V. Rojanschi • Th. Ognean

CARTEA OPERATORULUI DIN STATII DE EPURARE A APELOR UZATE

BACKGROUND

The work "Waste Water Treatment Plant Operator's Book" addresses especially the operating staff in the municipal sewerage-treatment systems, constituting a revised and enlarged edition of a previous work.

The work presents indicators, analyses, criteria, and other practical elements with a brief theoretical substantiation, resulting from multiple observations and experiments, which would allow an optimum technical-economic utilization of the equipment and the buildings of the treatment plant, providing that the designed performances are ensured.

Also presented is the way in which the overall operation-maintenance activity is organized for the various components of the treatment plant, including the lab activity. These elements are necessary for the management of the sewerage-treatment systems.

The work comes out in a very favorable moment when stress is laid on the environmental protection activity. In this respect it can represent an extremely useful instrument through the numerous practical data it offers in improving the treatment plants operation, as a method of water resources quality protection.

The great number of treatment plants in our country which are still operated below their performances, the want of technical works in field, make this work "Waste Water Treatment Plant Operator's Book" a useful and necessary one.

Prof. dr. ing. **Vladimir Rojanschi** Dr. ing. **Theodor Ognean**

CARTEA
OPERATORULUI DIN STAȚII DE EPURARE A APELOR UZATE

EDITURA TEHNICĂ
București, 1997

Copyright © 1997, Editura Tehnică
Toate drepturile asupra acestei ediţii sunt rezervate editurii.

Adresa: EDITURA TEHNICĂ
Piaţa Presei Libere, 1
33 Bucureşti, România
Cod 71341

Redactor: ing. **Adina Negoiţă**
Tehnoredactor: **Nicoleta Negoiţă**
Culegere şi tehnoredactare computerizată: ing. **Cristiana Chiriac**
Coperta: **Simona Dumitrescu**
Machetare ilustraţii: **Cristina Baciu**

Bun de tipar: 18.09.1997, Coli de tipar: 18,25
C.Z. 628.16.03
I.S.B.N. 973-31-1060-4

Tipărit SEMNE

PREFAŢĂ

În anul 1989 Editura Tehnică publica lucrarea „Cartea operatorului din staţii de tratare şi epurare a apelor". Epuizarea rapidă a acesteia precum şi solicitările repetate de a fi reeditată au dovedit necesitatea şi utilitatea unor astfel de cărţi.

Pe de altă parte, perioada care a trecut a condus la îngreunarea activităţilor de exploatare a lucrărilor hidroedilitare (apă–canal), în condiţiile în care volumul investiţiilor sau al lucrărilor de întreţinere – reparaţii s-a redus considerabil. Cu atât mai mult, obţinerea unor eficienţe sporite ale echipamentelor, instalaţiilor sau construcţiilor de tratare – epurare depinde de pricepere, profesionalismul operatorilor. Acest profesionalism se obţine printr-o experienţă îndelungată, dar şi prin receptarea de informaţii privind noile realizări din domeniu, prin adaptarea exploatării la noile condiţii în care sunt obligate să funcţioneze instalaţiile.

Considerentele menţionate anterior au condus la iniţiativa Editurii Tehnice şi a autorilor de a reedita lucrarea amintită, desigur într-o concepţie revăzută şi completată.

Astfel, în 1996 a apărut un prim volum al lucrării, intitulat „Cartea operatorului din staţii de tratare a apelor", a prof. dr. ing. Vladimir Rojanschi.

Prezenta lucrare completează tematica cu problemele specifice cu care se confruntă operatorii din staţiile de epurare a apelor.

Faţă de prima ediţie, lucrarea cuprinde noi capitole, din care menţionăm câteva: ***Epurarea terţiară, Dezinfecţia apelor uzate; Măsurarea debitelor; Exploatarea canalizărilor.*** *Se răspunde astfel unei sfere mult mai largi de preocupări a lucrătorilor din domeniul canalizărilor – epurării apelor uzate.*

Autorii mulţumesc lucrătorilor din domeniul gospodăriei comunale pentru aprecierile favorabile privind elaborarea şi editarea acestor cărţi, colegilor din ICIM pentru sugestiile şi propunerile făcute.

Mulţumiri speciale sunt adresate Comitetului Naţional al Producătorilor şi Distribuitorilor de Apă din România (CNPDAR) şi Asociaţiei Profesionale şi Patronale a Lucrătorilor din Gospodăria Comunală (APPLGC) care au încurajat şi sprijinit direct apariţia acestei lucrări.

Autorii mulţumesc Editurii Tehnice pentru disponibilitatea şi deschiderea ce o manifestă domeniului Gospodăriei Comunale, domeniu ce îşi pune amprenta pe nivelul de civilizaţie al localităţilor, indiferent de dimensiunea lor.

Fiind un domeniu dinamic, în continuă evoluţie şi modernizare, lucrarea este perfectibilă în timp. În acest sens, orice observaţie şi propunere sunt dorite şi bine venite.

Autorii

CUPRINS

1. Generalităţi 13
1.1. Obiectivele exploatării şi întreţinerii lucrărilor edilitare 15
1.2. Activitatea de exploatare şi întreţinere 15
2. Protecţia calităţii apelor 20
2.1. Consideraţii privind poluarea 20
2.2. Surse de poluare 21
2.3. Tipuri de poluanţi 22
2.4. Protecţia calităţii resurselor de apă 26
2.4.1. Perfecţionarea legislaţiei 26
2.4.2. Măsuri ajutătoare la nivelul surselor de poluare pentru diminuarea debitelor şi încărcărilor 27
2.4.3. Epurarea apelor uzate 28
2.4.4. Intervenţii pe cursurile de apă receptoare ale apelor uzate 29
2.4.5. Supravegherea („monitoringul") dinamicii calităţii apelor 30
2.4.6. Planificarea măsurilor de protecţie a calităţii resurselor de apă la nivelul bazinelor hidrografice (gospodărirea calităţii apelor) 33
3. Sisteme de canalizare-epurare orăşeneşti 35
3.1. Alcătuirea unui sistem de canalizare 35
3.2. Punerea în funcţiune a reţelelor de canalizare 37
3.3. Exploatarea reţelelor de canalizare 37
3.3.1. Controlul apelor uzate 37
3.3.2. Controlul exterior al reţelei de canalizare 38
3.3.3. Controlul interior al reţelei de canalizare 39
3.4. Întreţinerea reţelei de canalizare 39
3.4.1. Spălarea şi curăţirea canalelor 39
3.4.2. Desfundarea canalelor 41
3.4.3. Repararea reţelelor de canalizare 42
3.5. Măsuri de protecţia şi securitatea muncii 44
4. Apele uzate şi influenţa lor asupra mediului natural. Autoepurarea şi epurarea acestora 45
4.1. Provenienţa apelor uzate 45
4.2. Influenţa asupra mediului înconjurător 45
4.2.1. Influenţa asupra receptorului 45
4.2.2. Influenţa asupra captărilor de apă potabilă şi industrială 46
4.2.3. Influenţa asupra folosinţelor agricole şi a creşterii animalelor 47
4.2.4. Influenţa asupra fondului piscicol 47
4.2.5. Influenţa asupra stării sanitare şi igienice 48

4.3. Autoepurarea 49
4.3.1. Noţiunea de autoepurare 49
4.3.2. Factorii care influenţează procesul de autoepurare 49
4.4. Epurarea apelor uzate 56
4.5. Reglementări tehnice 57
5. Epurarea mecanică 59
5.1. Generalităţi 59
5.2. Reţinerea suspensiilor prin sedimentare 60
5.3. Construcţii şi instalaţii pentru epurarea mecanică şi mecano–chimică 66
5.4. Utilizarea floculanţilor în procesul de epurare a apelor 77
5.4.1. Elemente teoretice 77
5.4.2. Elemente practice 79
5.5. Exploatarea treptei de epurare mecanică 81
5.5.1. Exploatarea grătarelor şi a dispozitivelor de fărâmiţare 82
5.5.2. Exploatarea deznisipatoarelor 83
5.5.3. Exploatarea separatoarelor de grăsimi 85
5.5.4. Exploatarea decantoarelor 86
6. Epurarea biologică 94
6.1. Metabolismul bacterian 94
6.2. Creşterea şi multiplicarea celulară 98
6.3. Epurarea biologică aerobă 100
6.3.1. Biodegradabilitate şi tratabilitate 101
6.3.2. Exprimarea cantitativă a conţinutului de impurităţi din apele uzate 102
6.3.3. Microorganismele în procesul de epurare 105
6.4. Epurarea biologică cu nămol activ 107
6.4.1. Variante ale procesului cu nămol activ 107
6.4.2. Parametrii procesului de epurare cu nămol activ (definiţii şi relaţii) 110
6.4.3. Construcţii şi instalaţii 111
6.4.4. Exploatarea bazinelor cu nămol activ 118
6.5. Epurarea în filtre biologice (biofiltre) 133
6.5.1. Parametrii filtrului biologic 134
6.5.2. Tipuri de filtre biologice 136
6.5.3. Construcţii şi instalaţii comune tuturor tipurilor de filtre biologice 139
6.5.4. Exploatare şi întreţinere 143
6.6. Epurarea biologică naturală 150
6.6.1. Câmpuri de irigare şi filtrare 151
6.6.2. Filtre de nisip 153
6.6.3. Iazuri biologice (iazuri de stabilizare) 156
7. Epurarea terţiară 159
7.1. Filtrarea rapidă 159
7.2. Filtrarea lentă 160

7.3. Microfiltrarea 160
7.4. Clarificator ascensional 162
7.5. Teren înierbat 162
7.6. Lagune 162
8. Dezinfecţia apelor uzate epurate 164
9. Tratarea nămolurilor 171
9.1. Formarea şi caracteristicile nămolului 171
9.2. Clasificarea procedeelor de prelucrare a nămolurilor 176
9.3. Îngroşarea nămolului 178
9.4. Fermentarea (stabilizarea) anaerobă 179
9.4.1. Procesul de fermentare anaerobă 180
9.4.2. Factorii care influenţează fermentarea 182
9.4.3. Tipuri de instalaţii de fermentare 186
9.4.4. Elemente constructive ale instalaţiilor de fermentare 188
9.4.5. Performanţele instalaţiilor de fermentare 195
9.4.6. Exploatare şi întreţinere 197
9.4.7. Controlul de laborator 206
9.5. Stabilizarea aerobă 208
9.6. Condiţionarea nămolului 209
9.6.1. Condiţionarea chimică 209
9.6.2. Condiţionarea termică 212
9.6.3. Alte procedee de condiţionare 212
9.7. Deshidratarea nămolurilor 213
9.7.1. Deshidratarea naturală a nămolurilor 213
9.7.2. Deshidratarea artificială a nămolurilor 215
9.8. Valorificarea şi evacuarea finală 223
9.8.1. Recuperarea de metale 224
9.8.2. Materiale de construcţii 224
9.8.3. Valorificarea agricolă 225
10. Pomparea apelor uzate. Staţiile de pompare 228
10.1. Exploatarea normală şi întreţinerea 229
10.2. Deficienţe de exploatare 233
10.3. Înregistrări şi rapoarte 235
11. Organizarea exploatării în staţiile de epurare 236
11.1. Organizarea locurilor de muncă 236
11.2. Organizarea personalului 237
11.3. Dotarea tehnico-materială 239
11.4. Măsurători şi analize 240
11.5. Evidenţe şi rapoarte în exploatare 240
11.6. Măsuri de tehnica securităţii muncii 241
11.7. Organizarea lucrărilor de întreţinere şi reparaţii 243
12. Laboratoare de proces în instalaţiile de epurare a apelor uzate 244
12.1. Indicatori şi analize necesar a fi efectuate 244

12.2. Metode de analiză 248
12.3. Prelucrarea şi interpretarea datelor de laborator şi transpunerea lor în exploatarea staţiei de epurare 249
12.4. Aparatură şi standarde de analiză utilizate în tratarea şi epurarea apelor 252
12.4.1. Standarde de analiză în vigoare 252
12.4.2. Aparatura necesară 255
12.4.3. Calităţi tehnice şi performanţe ale principalelor aparate 257
12.5. Dimensionarea personalului de laborator 261
13. Costul apei epurate 264
14. Măsurarea debitelor 266
14.1. Generalităţi 266
14.2. Instalaţii de măsurare a debitelor 268
14.3. Instalaţii de măsurare a debitelor pe canale cu scurgere liberă 270
14.4. Instalaţii de măsurare a debitelor pe conducte cu scurgere sub presiune 280
14.5. Probleme tehnice de exploatare şi evidenţă 281
Bibliografie 282
ANEXE 284
Anexa 1. Extras din Decretul 414/1970 284
Anexa 2. Extras din Normativul C.90–83 286
Anexa 3. Extras din HG 138/1994 288

CONTENTS

1. Generalities 13
1.1. Objectives of exploitation and maintenance of the communal works 15
1.2. Activities of exploitation and maintenance 15
2. Water quality protection 20
2.1. Consideration on pollution 20
2.2. Sources of pollution 21
2.3. Types of pollutant 22
2.4. Protection of water resources quality 26
3. Urban sewerage-purification systems 35
3.1. Sewerage system structure 35
3.2. Sewerage system activation 37
3.3. Sewerage system exploitation 37
3.4. Sewerage system maintenance 39
3.5. Protection and security of work measures 44
4. Wastewaters and their influence on natural environment. Self-purification and purification 45
4.1. Wastewaters sources 45
4.2. Environmental influence 45
4.3. Self-purification 49
4.4. Purification 56
4.5. Technical legislative conditions 57
5. Mechanical purification 59
5.1. Generalities 59
5.2. Suspensions removing by sedimentation 60
5.3. Constructions and equipment for mechanical and mecano–chemical purification 66
5.4. Flocculates utilization in water purification process 77
5.5. Exploitation mechanical purification step 81
6. Biological purification 94
6.1. Bacterial metabolism 94
6.2. Cellular growth and multiplication 98
6.3. Aerobic biological purification 100
6.4. Activated sludge biological purification 107
6.5. Biological filters purification. Biofilters 133
6.6. Natural biological purification 150
7. Tertiary purification 159
7.1. Fast filtration 159
7.2. Slow filtration 160
7.3. Microstraining 160
7.4. Ascensional clarificators 162

7.5. Grassed land 162
7.6. Lagoons 162
8. Purificated wasted disinfection 164
9. Sludge treatment 171
9.1. Sludge development and characteristics 171
9.2. Sludge transforming processes classification 176
9.3. Sludge thickening 178
9.4. Anaerobic fermentation and stabilization 179
9.5. Aerobic stabilization 208
9.6. Sludge conditioning 209
9.7. Sludge dewatering 213
9.8. Capitalizing and final evacuation 223
10. Waste waters pumping. Pumping stations 228
10.1. Normal Exploitation and maintenance 229
10.2. Exploitation Deficiencies 233
10.3. Registers and reports 235
11. Exploitation structure in purification stations 236
11.1. Job structure 236
11.2. Personal structure 237
11.3. Technico–material endowment 239
11.4. Measures and analysis 240
11.5. Account and report exploitation 240
11.6. Work security measures 241
11.7. Maintenance and repairing works structure 243
12. Process laboratory in wastewaters purification installations 244
12.1. Necessary indicators and analysis 244
12.2. Analyze methods 248
12.3. Laboratory data processing, interpreting and their transposement in purification equipment exploitation 249
12.4. Apparatus and standards for analysis used in water purification and treatment 252
12.5. Laboratory personal dimensioning 261
13. Purificated water price 264
14. Flow measures 266
14.1. Generalities 266
14.2. Flow measure equipment 268
14.3. Exploitation and accounting technical problems 270
Bibliography 282
ANNEXES 284

1
GENERALITĂȚI

În ultimii ani au fost adoptate două legi-cadru de o deosebită importanță pentru protecția mediului, în general, și pentru protecția apelor, în-special.

Acestea sunt:

— *Legea Protecției Mediului* – Legea nr. 137/1995 aprobată de Parlamentul României în 29 decembrie 1995 și promulgată de Președintele României în 29 decembrie 1995 prin Decretul nr. 417/1995;

— *Legea Apelor* – Legea nr. 107/11996 aprobată de Parlamentul României în 11 septembrie 1996 și promulgată de Președintele României prin Decretul 483/1996 din 24 septembrie 1996.

Prin prevederile legilor menționate, protecția mediului, a resurselor de apă, capătă noi dimensiuni, se supune unor exigențe sporite, trebuie să devină o preocupare permanentă a tuturor membrilor societății.

Se consideră deosebit de util a cita câteva dintre principiile ce au stat la baza elaborării acestor legi și care vor trebui să se reflecte în modul în care se va desfășura orice activitate socio–ecomonică (Legea 137/1995, articolul 3):

— principiul precauției în luarea deciziilor;

— principiul prevenirii riscurilor ecologice și producerii daunelor;

— principiul conservării biodiversității și ecosistemelor;

— principiul „poluatorul plătește";

— înlăturarea cu prioritate a poluanților care periclitează implicit și grav sănătatea oamenilor;

— crearea sistemului de „monitoring";

— menținerea, ameliorarea calității mediului și reconstrucția zonelor deteriorate.

Preluând aceste principii, Legea Apelor detaliază obligațiile ce revin din acest punct de vedere utilizatorilor de apă sau celor care desfășoară activități în legătură cu apa (Legea 107/1996, articolul 17):

— să adopte tehnologii de producție cu cerințe de apă reduse și cât mai puțin poluante, să economisească apa prin recirculare sau folosire repetată, să elimine risipa și să diminueze pierderile de apă, să reducă poluanții evacuați o dată cu apele uzate și să recupereze substanțele utile conținute în apele uzate și în nămoluri;

— să asigure realizarea, întreținerea și exploatarea stațiilor și instalațiilor de tratare a apelor la capacitatea autorizată, să urmărească eficiența acestora prin

analize de laborator şi să intervină operativ pentru încadrarea indicatorilor de emisie în limitele admise pentru evacuarea apelor uzate, limite prevăzute prin autorizaţia de gospodărire a apelor;

— să respecte cu stricteţe disciplina şi normele tehnologice în activităţile de producţie care folosesc apa şi evacuează ape uzate, precum şi în staţiile şi instalaţiile de tratare a apelor.

În aceste condiţii, epurarea apelor uzate, alături de alte activităţi de gospodărire cantitativă şi calitativă a apelor, devine o măsură necesară a fi înţeleasă la adevărata ei însemnătate şi aplicată la un nivel care să corespundă celor mai severe exigenţe.

Astfel, realizarea lucrărilor de canalizare-epurare devine o prioritate în preocupările municipalităţilor, în vederea creării unor condiţii de mediu conform legislaţiei actuale.

Trebuie spus de la început că problemele tehnico-edilitare ale oraşelor nu se consideră rezolvate o dată cu materializarea lucrărilor menţionate.

Baza tehnico-materială creată pune şi problema funcţionării ei eficiente, a atingerii parametrilor de proiectare, a întreţinerii în condiţii tehnico-economice cât mai avantajoase.

Buna funcţionare şi întreţinere a tuturor instalaţiilor şi construcţiilor edilitare amintite este condiţionată nu numai de asigurarea unei baze materiale (reactivi, piese de schimb, utilaje, energie etc.), ci şi de asigurarea unui personal de exploatare competent, la toate nivelurile.

Se pot cita numeroase cazuri de funcţionări necorespunzătoare din punct de vedere tehnologic sau ecomonic ale unor instalaţii, într-o măsură mai mare sau mai mică din vina personalului de exploatare. Pregătirea personalului de exploatare este o problemă deosebit de complexă. Sunt necesare în aceeaşi măsură cunoştinţe de tehnologie, hidraulică, chimie, biologie, toate acestea legate de desfăşurarea unor procese ce au loc în construcţii şi instalaţii, precum şi asimilarea unor noţiuni de mecanică, electrotehnică, termodinamică etc. În afara acestor elemente de ordin „strict profesional", se impune asimilarea unor cunoştinţe de organizare a activităţilor de exploatare şi întreţinere, a unor noţiuni economice de evidenţă a cheltuielilor de exploatare şi întreţinere, de prelucrare, interpretare şi raportare a datelor.

Toate aceste ultime elemente constituie obiective ale prezentei lucrări, care îşi propune să contribuie la aprofundarea cunoştinţelor necesare exploatării şi întreţinerii staţiilor de epurare.

Se vor face câteva consideraţii generale privind exploatarea şi întreţinerea lucrărilor hidroedilitare, din care fac parte şi staţiile de epurare.

1.1. Obiectivele exploatării şi întreţinerii lucrărilor edilitare

Funcţionarea în condiţii eficiente, la parametrii proiectaţi a lucrărilor edilitare, asigură condiţii salubre şi de confort de viaţă populaţiei.

Aşa cum am menţionat, buna funcţionare depinde nu numai de corecta proiectare şi realizare a acestor construcţii, ci şi de o exploatare la cel puţin acelaşi nivel.

Rolul activităţii de exploatare şi întreţinere constă în:

— asigurarea funcţionării instalaţiilor la parametrii proiectaţi;

— adaptarea funcţionării acestora la condiţii modificate de intrare sau de ieşire din sistem;

— asigurarea securităţii lucrărilor;

— asigurarea duratei maxime de funcţionare;

— deservirea optimă a populaţiei, instituţiilor social-culturale şi industriei;

— asigurarea sănătăţii populaţiei şi desfăşurării normale a activităţii instituţiilor social-culturale şi întreprinderilor industriale;

— asigurarea utilizării raţionale şi protecţiei factorilor de mediu şi a protecţiei mediului înconjurător în ansamblu;

— educarea populaţiei privind economisirea apei, căldurii, gazului etc. şi protecţia mediului înconjurător;

Pentru atingerea obiectivelor enumerate mai sus, este necesar ca în cazul exploatării şi întreţinerii lucrărilor edilitare să se realizeze o serie întreagă de activităţi.

1.2. Activitatea de exploatare şi întreţinere

Principalele activităţi constau în:

— operaţii premergătoare;

— exploatare curentă;

— întreţinere curentă;

— evidenţa lucrărilor de exploatare şi întreţinere;

— organizarea exploatării şi întreţinerii lucrărilor edilitare;

— asigurarea normelor sanitare şi tehnica securităţii muncii;

— asigurarea măsurilor de protecţie a mediului;

— asigurarea transpunerii în practică a prevederilor legislaţiei şi reglementărilor în vigoare.

Operaţii premergătoare. Acestea sunt de mai multe categorii: recepţia; efectuarea probelor tehnologice; obţinerea autorizaţiilor necesare; punerea în funcţiune.

Recepția se realizează în două etape:

— recepții parțiale, care se efectuează eşalonat pe parcursul execuției, pentru verificarea executării unor lucrări, în special ale celor ascunse;

— recepția finală prin care se verifică toți parametrii funcționali.

Efectuarea probelor tehnologice urmăreşte sesizarea şi, implicit, remedierea unor defecțiuni sau inadvertențe, care pot fi constatate numai în timpul funcționării instalațiilor.

Obținerea autorizațiilor necesare se solicită pentru folosirea apei, furnizarea gazelor, energiei electrice, protecția muncii etc.

Punerea în funcțiune constituie o etapă deosebit de importantă, constând în realizarea secvențială a tuturor operațiilor specifice fiecărei instalații.

Exploatarea tehnică curentă. Aceasta constă în asigurarea funcționării continue a construcțiilor şi instalațiilor, a controlului funcționării acestora, prevenirea apariției defecțiunilor şi remedierea acestora în cazul apariției lor.

Exploatarea tehnică poate fi:

— curentă, presupunând un regim normal de funcționare;

— în condiții speciale (iarnă, secetă etc.);

— în condiții excepționale din cauza unor situații deosebite (inundații, cutremure, epidemii).

Sarcinile principale ale exploatării tehnice sunt:

— asigurarea funcționării continue;

— realizarea parametrilor cantitativi şi calitativi stabiliți;

— păstrarea evidenței principalilor parametri funcționali;

— adaptarea funcționării instalațiilor la modificarea unor condiții externe sau interne ale sistemului;

— detectarea unor deranjamente, avarii, defecțiuni şi repararea acestora în cel mai scurt timp.

Întreținerea lucrărilor. Aceasta este activitatea necesară asigurării funcționării continue a acestora şi a unei durate de serviciu cât mai îndelungate.

Întreținerea presupune mai multe operații.

Inspecția preventivă, care constă în verificarea părților componente ale construcțiilor şi instalațiilor vizitabile în timpul funcționării, pentru constatarea defecțiunilor.

Revizia preventivă, în cadrul căreia se face revizia părților principale, prin care se constată starea şi modul de funcționare, eventuale pierderi.

Se efectuează şi mici remedieri, etanşarea, ungerea mecanismelor, reparații mărunte.

Reparațiile curente planificate, care constau din remedierea defecțiunilor apărute în timpul exploatării, dar care nu presupun întreruperea imediată a funcționării sistemelor.

Reparațiile curente, care înlătură unele defecțiuni care ar putea conduce la oprirea instalației.

Repararea avariilor, care impune o acționare rapidă pentru reducerea pierderilor şi repunerea în funcțiune a instalației.

Evidența lucrărilor de exploatare şi întreținere. În primele etape de funcționare a instalației este necesară executarea *releveelor construcțiilor şi instalațiilor*. Se fac planşe – plan de situație, profiluri, secțiuni – în care apar caracteristicile constructive, funcționale. Se completează cu eventualele modificări ulterioare. Se codifică toate părțile componente în vederea recunoaşterii lor.

O dată cu trecerea la exploatarea curentă, se întocmesc *fişe tip* pentru fiecare obiectiv.

Aceste fişe tip conțin elemente necesare identificării şi controlului funcționării obiectivului respectiv, precum şi posibilitatea înscrierii lucrărilor de inspecție, revizie preventivă, reparații etc.

Periodic, datele înscrise, mai ales cele care prin natura lor sunt variabile (debite, niveluri, viteze, doze de reactivi, indicatori de calitate etc.), se supun prelucrării şi interpretării statistice, în vederea evidențierii unor valori semnificative şi evoluției unor procese.

Organizarea exploatării şi întreținerii lucrărilor edilitare. Activitatea de exploatare şi întreținere a instalațiilor edilitare se organizează de către întreprinderi de gospodărie comunală.

În orașele mici, o astfel de întreprindere asigură toate serviciile. În orașele mari, activitatea este organizată pe întreprinderi specializate.

În condițiile unei economii descentralizate, de piață, formele de organizare ale unor astfel de întreprinderi pot căpăta şi au căpătat structuri organizatorice de tip nou, care în timp urmează a fi perfecționate.

Gradul de organizare, schema organizatorică, dotările cu personal depind de mărimea instalațiilor, gradul de dispecerizare şi automatizare, nivelul şi starea lor tehnică.

Documentul de bază, după care se efectuează exploatarea, este *Regulamentul de exploatare*. El se întocmeşte într-o anumită etapă de către proiectant şi este anexă la proiect.

Forma finală este redactată de întreprinderea de exploatare, pe baza regulamentului inițial şi a observațiilor proprii din perioada de încercări tehnologice şi a etapelor de punere în funcțiune.

Condiţii de desfăşurare a activităţii de exploatare şi întreţinere. Întreaga activitate de exploatare şi întreţinere a instalaţiilor edilitare, care în principal urmăreşte atingerea scopului pentru care a fost realizată, trebuie să se desfăşoare în condiţiile:

— asigurării normelor sanitare şi de tehnica securităţii muncii;
— asigurării măsurilor de protecţie a factorilor de mediu;
— respectării legislaţiei şi reglementărilor în vigoare.

Asigurarea normelor sanitare. Este una dintre problemele principale. De respectarea strictă a normelor depinde sănătatea populaţiei. Calitatea apei la sursă (STAS 4706-88), calitatea apei potabile livrată populaţiei (1342-91), respectarea zonelor sanitare în jurul instalaţiilor de alimentare cu apă (Decret 1059/967) trebuie să fie asigurate conform legislaţiei şi necesităţilor obiectivului propus.

Se evită, astfel, apariţia şi răspândirea bolilor hidrice.

Asigurarea normelor de tehnica securităţii muncii. Protecţia muncii poate fi definită ca un ansamblu de măsuri obligatorii pentru a crea condiţii normale de lucru, pentru a evita orice posibilitate de accidentare în timpul muncii.

Aceste măsuri se prevăd încă din faza de proiectare.

Pot fi măsuri preventive (iniţiere personal, semnalizare) şi măsuri propriu-zise (dotare cu echipament, instalaţii de ventilaţie, iluminaţie specială).

Trebuie menţionat că lucrările edilitare au un grad mare de periculozitate: se lucrează cu apă, curent electric, utilaje complexe, gaz metan, gaze de fermentare, substanţe chimice şi inflamabile.

Iată de ce, acestei probleme trebuie să i se acorde o atenţie deosebită.

Asigurarea măsurilor de protecţie a mediului înconjurător. Protecţia mediului înconjurător, ca activitate globală, are drept scop păstrarea echilibrului ecologic al ecosistemelor, conservarea şi chiar ameliorarea calităţii factorilor naturali, asigurarea unor condiţii de viaţă cât mai bune tuturor colectivităţilor umane.

Unele dintre activităţile asigurate de instalaţiile edilitare sunt parte componentă a politicii de protecţie a mediului (epurarea apelor, colectarea deşeurilor), altele, dacă nu sunt făcute raţional, pot conduce la degradarea unor factori de mediu (transport intens – poluarea aerului, captarea integrală a surselor de apă – degradarea zonei aval).

Prin protecţia resurselor împotriva degradării şi epuizării se urmăreşte folosirea raţională şi crearea condiţiilor de refacere.

Lucrările edilitare contribuie şi trebuie să contribuie, în totalitatea lor, la utilizarea raţională şi la protecţia factorilor de mediu.

Respectarea legislaţiei şi a reglementărilor în vigoare. Pentru lucrările edilitare, în vederea asigurării unor concepţii unitare de proiectare şi execuţie, de exploatare şi întreţinere, există o legislaţie (legi şi decrete), completată cu o serie de

reglementări (standarde, instrucţiuni şi normative), care trebuie să fie strict respectate. Desigur că în timp acestea se adaptează, se completează în funcţie de evoluţia domeniului respectiv. Cunoaşterea acestor legi şi reglementări, a modificărilor intervenite este o obligaţie a tuturor celor ce se ocupă de exploatarea şi întreţinerea lucrărilor edilitare.

Toate elementele prezentate în acest prim capitol vor fi detaliate şi aprofundate pe specificul fiecărei componente a staţiei de epurare, în cele ce urmează.

Înainte de a aborda aceste aspecte, s-a considerat util a comenta problematica poluării în ansamblul ei şi rolul epurării apelor uzate ca acţiune majoră în *Planurile de Acţiune de Protecţia Mediului la Nivel Naţional.*

2
PROTECȚIA CALITĂȚII APELOR

2.1. Considerații privind poluarea

Una dintre problemele majore ale omenirii o constituie în prezent poluarea. Este evident că mediul natural se deteriorează încetul cu încetul și că sistemele ecologice nu se mai pot adapta la presiunea factorilor antropici, autoreglarea ecosferei nemaifiind posibilă.

O analiză a mecanismelor poluării, a efectelor și implicațiilor include o strictă interdependență între părțile componente ale mediului, acțiunea unuia antrenând implicit influențe asupra celorlalți (cu efect local sau la distanță).

Sunt de menționat mai multe aspecte:

— poluarea atmosferei cu aerosoli și substanțe chimice nu este nocivă numai pentru respirație. Substanțele respective ajung pe pământ, depunându-se pe sol sau pe frunzele plantelor fie direct (în perioade de calm), fie prin intermediul precipitațiilor care le antrenează (dată fiind marea mobilitate a atmosferei, prin intermediul vânturilor, procesele de revenire pe pământ se pot realiza la mari distanțe de locul unde ele au fost degajate în mediu). Prezența aerosolilor în atmosferă favorizează opacitatea acesteia, diminuează transferul energetic al razelor solare către plante și, ca urmare, diminuează efectele fenomenului de fotosinteză, respectiv ale eliberării oxigenului necesar vieții;

— poluarea primară a solurilor (depozitarea deșeurilor pe sol) nu înseamnă numai afectarea locală a solurilor respective. Ea înseamnă, deopotrivă, în funcție de substanța poluantă, poluarea secundară a atmosferei (prin transmiterea în atmosferă a substanțelor volatile sau a celor antrenabile de vânturi), poluarea apelor superficiale și subterane (prin dizolvarea și antrenarea substanțelor respective din sol), iar din apele subterane – freatice – influențarea dezvoltării plantelor (fie frânarea dezvoltării, fie concentrarea în țesuturile lor a unor substanțe nocive care pătrund apoi în ciclul alimentar al omului). Tot aici trebuie amintită degradarea directă a solurilor de către ploi, la anumite intervenții ale omului în vegetația terestră (despăduriri, arături incorecte), care provoacă antrenarea stratului fertil;

— poluarea primară a apelor (introducerea deșeurilor direct în ape) sau poluarea lor secundară (fie direct din atmosferă, fie din sol, prin intermediul precipitațiilor) poate avea efecte multiple, fie asupra solului și plantelor (prin straturile freatice alimentate de apa respectivă sau prin intermediul irigațiilor), fie direct asupra omului, prin apa folosită pentru băut. Încheierea ciclului hidric, prin vărsarea apelor dulci în mări și oceane duce, de asemenea, la invadarea acestora cu

substanțe poluante, mult peste aportul de săruri, și suspensii rezultate din ciclul natural, cu influențe asupra florei și faunei marine și cu reacții consecutive din partea acestora (asupra atmosferei, prin dezechilibrarea aportului de oxigen al fitoplanctonului marin; asupra omului, prin ciclul alimentar, ca urmare a hranei de proveniență marină);

— poluarea directă a mărilor, cu aceleași efecte menționate mai sus, la care se poate adăuga în unele cazuri (prin poluare cu substanțe petroliere) diminuarea intensității evaporației și deci a reciclării apei în natură.

Următoarele elemente esențiale sunt de reținut din cele de mai sus:

— poluarea unui factor al mediului fizic are într-un fel sau altul efecte asupra celorlalți factori ai mediului;

— atmosfera, înveliș foarte mobil al pământului, permite transportul poluanților la distanță, acționând și în sensul dispersării lor;

— spre deosebire de atmosferă, apa are un rol de concentrator al poluanților;

— dirijarea poluanților de către ape se face fie direct, în mări și oceane, care constituie rezervorul ultim al tuturor deșcurilor, fie se reciclează prin intermediul factorului uman (refolosirea apei pentru necesități potabile, irigații, industrii);

— tot prin intermediul apei, poluanții invadează ciclul alimentar al omului fie prin consumul direct, fie prin intermediul alimentelor de natură animală sau vegetală, care concentrează asemenea substanțe în cursul dezvoltării.

Cele de mai sus pun în evidență rolul deosebit al apei în interrelațiile cu ceilalți factori ai mediului și că, în tratarea aspectelor poluării apelor și a consecințelor lor, de aceste interrelații trebuie ținut seama.

Aceste elemente au condus la organizarea unor acțiuni concentrate pentru diminuarea poluării planetei. Acțiunile au culminat cu Conferința Mondială „Mediu și Dezvoltare", de la Rio de Janeiro, din iunie 1992, care a stabilit un adevărat plan pe termen lung de stopare a poluării locale, regionale, continentale și globale, cu acțiuni concrete de redresare ecologică.

2.2. Surse de poluare

Poluarea ce se manifestă în prezent se remarcă prin:

— diversificarea deșeurilor (gaze, lichide sau solide);

— creșterea continuă a cantității de deșeuri, în valoare absolută și pe cap de locuitor;

— concentrarea punctelor de evacuare în mediu datorită aglomerărilor industriale și urbanizării;

— ponderea mare pe care o are şi poluarea difuză, datorită intensificării poluării globale a factorilor de mediu.

Principalele activităţi şi aglomerări umane care participă la poluarea apelor sunt:

— *industria*, considerată ca având în prezent ponderea cea mai mare. Aici sunt avute în vedere şi activităţile în domeniul energetic, inclusiv problemele particulare pe care le ridică centralele nuclearo-electrice (ca şi alte activităţi care folosesc reacţii nucleare sau radioizotopi), dar şi activităţile din industria extractivă de materii prime (combustibili, minerale, lemn etc.);

— *transporturile*, care participă la poluarea apei fie direct, fie prin intermediul celorlalţi factori fizici ai mediului, în funcţie de modul de transport (terestru, maritim, aerian), de mijloacele de propulsie (maşini cu aburi, cu combustie, electrice), de spaţiul de desfăşurare sau de tipul transportului (auto, feroviar, aerian, naval). Uneori, chiar materialele transportate, neglijent manipulate şi accidental răspândite în mediu, constituie surse de poluare (de exemplu: accidente în manipularea vaselor petroliere sau a substanţelor radioactive);

— *aglomerările urbane* (în corelare sau nu cu industria), care realizează mari concentrări de deşeuri menajere şi de gospodărire orăşenească pentru care se folosesc, aşa cum s-a arătat, cantităţi de apă între 200 şi 1000 l/locuitor şi care, în cea mai mare parte, se evacuează încărcate cu deşeuri organice şi minerale, prin sistemele de canalizare;

— *agricultura şi zootehnia*, extrem de importante pentru existenţa omului şi, totodată, bazate mai mult decât celelalte activităţi umane pe relaţiile cu mediul, care constituie surse de poluare a acestuia şi, în special, a apelor, cu care reintră de altfel în relaţie inversă (prin acţiunea negativă a apelor – poluate sau necorespunzător gospodărite – asupra solului şi a plantelor).

În ansamblu, întreaga amenajare şi utilizare a mediului, constituind în unele cazuri elemente de degradare directă a acestuia, se transformă în surse de poluare sau accelerează concentrarea şi colectarea poluanţilor în emisari naturali (excavaţii cu diferite scopuri sau defrişări de păduri care participă la eroziunea solului sau creează zone de apă stagnantă constituind focare de infecţii, pavaje, străzi, drumuri, care măresc rapiditatea de colectare a apelor, cu efect, alături de defrişările de păduri, asupra vitezei de propagare a viiturilor etc.). Căile prin care poluanţii ajung la om sunt evident multiple; apa însă joacă un rol aparte.

2.3. Tipuri de poluanţi

Poluarea sau poluanţii care afectează sursele de apă pot fi clasificaţi după natura lor, sau după proveniență.

Astfel, conform primului criteriu enunţat, se pot deosebi:

— poluarea fizică (termică, radioactivă, cu particule solide);

— poluarea chimică (derivaţi ai carbonului şi hidrocarburilor, sulfului, azotului, materiale plastice, pesticide şi alţi compuşi organici de sinteză, fluoruri, metale grele, materii organice fermentabile etc.);

— poluarea biologică (dejecţii organice, agenţi patogeni, bacterii şi virusuri infecţioase etc.).

După cel de-al doilea criteriu de clasificare a poluanţilor, se deosebesc:

— dejecţii animale şi umane;

— dejecţii şi reziduuri industriale (din industria alimentară, chimică, metalurgică);

— reziduuri vegetale (agricole sau forestiere, nutrienţi vegetali etc.);

— pesticide şi îngrăşăminte rezultate din activităţi agricole;

— materii radioactive provenite din căderi radioactive sau din reziduuri, respectiv accidente din activităţile aferente;

— căldură reziduală rezultată din necesităţile aglomerărilor urbane, ale industriilor (mai ales cea energetică) etc.;

— sedimente rezultate din eroziunea solului şi hidrosoli reziduali de diferite provenienţe.

O clasificare ar mai putea fi făcută din punct de vedere al surselor de poluare. Se deosebesc astfel:

— surse de poluare organizate, având o localizare bine precizată, cu două mari componente: apele menajere şi orăşeneşti, evacuate din reţele de canalizare, şi apele reziduale industriale, provenite din procesele tehnologice ale diferitelor industrii, dintre care menţionăm, în principal: industria petrolului, industria minieră, industria metalurgică, chimică, industria lemnului, alimentară, a pielăriei;

— surse de poluare difuze, situate pe zone întinse, cu poluanţi aduşi în ape, de regulă, prin intermediul ploilor, fie direct din atmosferă, fie prin colectarea prealabilă a poluanţilor de pe sol, înainte de intrarea în emisari.

De asemenea, după desfăşurarea în timp a poluării, se deosebesc surse cu caracter continuu sau permanent (canalizări urbane şi industriale), discontinuu sau sezonier (colonii, şantiere, din precipitaţii).

Poluarea fizică rezultă din evacuarea în ape a particulelor solide insolubile (antrenabile de ape şi sedimentabile în anumite zone cu viteze mici), precum şi a căldurii reziduale, respectiv a deşeurilor radioactive.

Particulele solide (în general considerate inerte din punct de vedere chimic şi biologic) provin din eroziunea solurilor (ca efect al măsurilor agrotehnice necorespunzătoare, al defrişării pădurilor, al carierelor de materiale extrase din pământ etc.), fapt datorită căruia cantităţi imense de material pământos (cca. 20–30 miliarde tone anual) sunt primite de către ape.

Poluarea termică este datorată în principal căldurii reziduale provenite din apa utilizată ca agent de răcire în centralele termo şi nuclearoelectrice.

Poluarea chimică constă în evacuarea în ape a diferitelor substanţe chimice incluse în reziduurile industriale, antrenate de pe terenurile agricole tratate cu îngrăşăminte sau pesticide sau incluse în apele uzate orăşeneşti provenite, în principal, de la detergenţi. Se semnalează, în funcţie de natura activităţilor umane riverane bazinelor hidrografice sau de provenienţa (din ploi) reziduurilor din atmosferă (sau sedimentate în prealabil pe sol): săruri ale unor metale (cupru, plumb, zinc, mercur, cadmiu), fluoruri, acizi şi baze, nitraţi şi fosfaţi (foarte frecvent întâlniţi, în special în zonele cu agricultură avansată, în care se utilizează intens îngrăşăminte sau în apele din canalizările care conţin detergenţi), hidrocarburi, petrol şi alte substanţe chimice (unele de provenienţă farmaceutică). Contaminări importante sunt din cauza pesticidelor (erbicide, insecticide, ca: DDT, policlorobifenili etc.). Râurile şi fluviile transportă către mări şi oceane, pe care le poluează ritmic (la care se adaugă poluarea directă, care survine prin aruncarea deşeurilor, accidental sau voit, direct în mări şi oceane), cantităţi impresionante de reziduuri chimice.

Poluarea biologică, la care participă apele uzate urbane, precum şi industria alimentară, industria celulozei şi hârtiei, complexele zootehnice, se caracterizează prin importante focare de infecţii, din cauza bacteriilor, virusurilor şi materiilor organice fermentabile şi putrescibile pe care apele uzate le conţin.

Prezenţa unor micro sau macroorganisme, care au acţiune negativă asupra condiţiilor igienico-sanitare ale apei sau asupra utilizării acesteia în economie, constituie o impurificare biologică. Unele organisme (bacterii patogene, virusuri, protozoare parazite, viermi paraziţi etc.) pot avea o acţiune directă asupra sănătăţii omului. Dezvoltarea în număr mare a unor alge provoacă fenomenul de „înflorire" a apei, cu consecinţe cunoscute (dezvoltarea puternică a unor bacterii saprofite, ciuperci, protozoare etc.), şi dă cursului de apă un aspect neplăcut; dezvoltarea în masă a algelor poate produce neajunsuri instalaţiilor de alimentare cu apă sau altor lucrări hidrotehnice. Unele din aceste organisme pot fi aduse în apele de suprafaţă direct prin afluenţii industriali şi menajeri, iar altele se dezvoltă în apele impurificate datorită condiţiilor favorabile pe care le găsesc acolo.

Apele pot fi contaminate cu virusuri care provoacă unele boli cum este poliomielita, sau cu bacterii patogene, ca de exemplu bacilul antraxului şi bacilul lui Koch.

Mai trebuie amintit că dezvoltarea în cantitate mare a ciupercilor de apă poluată, a bacteriilor feruginoase sau a unor moluşte poate duce la obstruarea unor conducte de apă.

Sintetizând cele prezentate, rezultă că impurificarea este un proces complex, care se desfăşoară în general numai pe o anumită zonă a cursului de apă receptor, însă consecinţele sale se resimt, pe linie biologică şi cu intensităţi diferite, pe distanţe mult mai mari. Impurificarea trebuie deci considerată la nivelul întregului ecosistem.

Între un râu şi afluenţii acestuia există anumite relaţii hidrologice, fizico-chimice şi biologice. Pe când relaţiile hidrologice şi fizico-chimice se manifestă liniar şi într-un singur sens, din amonte spre aval, cele biologice se manifestă în ambele sensuri. Echilibrul biologic dintr-un astfel de sistem este o consecinţă tocmai a interrelaţiilor ce se creează între biocenoza râurilor şi a afluenţilor săi. Organismele animale reprezintă elementele cele mai mobile din sistem, ele putând migra pentru hrană sau reproducere în tot cuprinsul bazinului hidrografic, pe diferite căi; chiar şi plantele au posibilitatea să se răspândească pe mari întinderi ale domeniului acvatic.

Poluarea unui râu sau a unei zone de râu înseamnă în primul rând modificări calitative şi cantitative în populaţiile floristice şi faunistice respective, acestea atrăgând după ele modificări biologice în afluenţii neimpurificaţi ai râului. Pot fi astfel stânjenite migraţiile unor specii de peşti sau ale altor organisme acvatice, ceea ce duce la dispariţia lor din afluenţii curaţi, cu consecinţe asupra întregului lanţ trofic.

Diferite substanţe toxice, substanţe fitofarmaceutice, substanţe radioactive au proprietatea de a se acumula în corpul unor organisme acvatice. Acestea fiind consumate de alte organisme pot produce o contaminare în lanţ a diferitelor verigi trofice. Pe de altă parte, insectele care au fost contaminate, depunând ouăle în zonele curate ale râului, contribuie tot prin intermediul relaţiilor trofice la contaminarea acestor zone.

Situaţia este şi mai evidentă când este vorba de ecosisteme cu apă stătătoare. În aceste cazuri, efectele fizico-chimice ale poluării se pot manifesta pe o zonă relativ restrânsă, însă pe linie biologică efectele pot fi resimţite pe tot cuprinsul, sau pe mari suprafeţe ale mediului acvatic.

Dacă se vorbeşte de poluarea apelor, trebuie semnalat şi procesul de autoepurare a apelor.

Dacă impurificarea se defineşte ca o tulburare a echilibrului biologic dintr-un ecosistem acvatic, autoepurarea poate fi privită ca o refacere a acestui echilibru pe cale naturală. Prin autoepurare, apa revine în cea mai mare parte la condiţiile fizico-chimice şi biologice iniţiale, putând răspunde din nou necesităţilor economiei şi condiţiilor de salubritate.

Autoepurarea este „procesul prin care apele impurificate revin la starea lor normală, iniţială". După Knöpp (1964), „autoepurarea poate fi considerată ca ansamblul tuturor proceselor de descompunere oxidativă a materiei organice şi absorbţia noilor produşi mineralizaţi de către plantele verzi". Se mai defineşte puterea de autoepurare ca fiind „capacitatea unui bazin acvatic de a descompune materiile impurificatoare", iar randamentul autoepurării ca fiind „cantitatea de materii descompuse în unitatea de timp".

Autoepurarea este rezultatul unor complicate procese fizice, chimice şi biologice, în care numeroşi factori acţionează împreună sau separat, fiecare putând

avea o anumită pondere, după tipul de impurificare şi după caracteristicile receptorului.

2.4. Protecţia calităţii resurselor de apă

În concepţia modernă, prin protecţia calităţii apelor se înţelege domeniul de activitate care se ocupă cu problemele referitoare la calitatea resurselor de apă. Aceste probleme se referă atât la fenomenele care se petrec în ape ca urmare a tulburării echilibrului natural al calităţii, din cauza intervenţiei omului, cât şi la măsurile şi activităţile de gospodărire judicioasă, restabilire şi protecţie a calităţii resurselor de apă menţionate mai înainte.

Componentele principale ale activităţii de protecţie a calităţii apelor sunt următoarele:

— supravegherea („monitoringul") dinamicii calităţii resurselor de apă;

— planificarea măsurilor de protecţie a calităţii resurselor de apă la nivelul bazinelor sau subbazinelor hidrografice, respectiv gospodărirea calităţii resurselor de apă;

— măsuri ajutătoare la nivelul surselor de poluare pentru diminuarea debitelor şi încărcărilor, respectiv adoptarea de tehnologii fie neconsumatoare, fie mici consumatoare de apă, tehnologii nepoluante sau mai puţin poluante, recircularea apelor uzate etc.;

— măsuri ajutătoare epurării apelor uzate, respectiv utilizarea la irigaţii a apelor uzate, injectarea în straturile subterane etc.;

— epurarea apelor uzate;

— intervenţii pe cursurile de apă receptoare ale apelor uzate, pentru îmbunătăţirea diluţiei şi a gradului de amestec, respectiv sporirea debitelor de diluţie prin acumulări sau derivaţii, reaerarea artificială, dirijarea fenomenelor de autoepurare etc.;

— perfecţionarea legislaţiei în domeniul protecţiei calităţii apelor.

În cele ce urmează se vor detalia componentele prezentate mai sus.

2.4.1. Perfecţionarea legislaţiei

Legislaţia de protecţie a calităţii apelor din România cuprinde reglementări în funcţie de surse şi folosinţe.

— Legea protecţiei mediului – Legea 137/1995;

— Legea apelor – Legea 1/1996 – ca o lege cadru; recent promovată;

— STAS 4706/88 – „Ape de suprafaţă"– condiţii de calitate – râuri, lacuri şi Marea Neagră (litoralul românesc); sunt clasificate în trei categorii, funcţie de utilizări: categoria I destinată în principal alimentării cu apă potabilă şi pisciculturii (salmonicultura), categoria a II-a destinată alimentării cu apă industrială şi pisciculturii (exclusiv salmonicultura) şi categoria a III-a pentru irigaţii şi unele procese industriale;

— STAS 1342/1991 – „Apa potabilă"– condiţii de calitate – se prevăd indicatori organoleptici, fizico–chimici, biologici, bacteriologici şi radiochimici, în două categorii de limite (*a* – admisibile şi *b* – excepţionale);

— P 97 al MLPAT – Normativ privind determinarea şi instituirea zonelor de protecţia surselor de apă subterană;

— Ordinul 435/1991 al MAPPM – Normativ privind emiterea autorizaţiei de gospodărirea apelor;

— Ordinul 715/1991 – Normativ privind emiterea Avizului de gospodărirea apelor;

— Ordinul 981/1994 – Normele de igienă privind mediul de viaţă al populaţiei.

Depăşirea valorilor limită ale indicatorilor de calitate ai fondului natural ar constitui astfel fenomenul de poluare al apei – în sensul absolut al noţiunii – şi revenirea la valorile fondului natural este sarcina specialiştilor care activează în domeniul protecţiei calităţii apelor. Corelat cu cele arătate mai înainte, normativele sau standardele pentru efluenţi, cu valori limită la evacuare, reprezintă calea de urmat sau mijlocul eficace de luptă pentru a se ajunge către valorile fondului natural calitativ al apelor. Pentru realizarea acestui deziderat, din ce în ce mai mult aceste standarde sau normative pentru efluenţi trebuie să conţină interdicţii totale pentru evacuarea în receptor a unor substanţe nocive, precum şi limitări din ce în ce mai severe pentru ceea ce se admite a se evacua, în pas cu progresele tehnologiei industriale nepoluante şi ale epurării avansate a apelor uzate.

Acordând acestui mod de luptă contra poluării, prin restricţii şi interziceri la evacuare, importanţa majoră pe care o are şi comparând tot timpul efectele obţinute în apele de suprafaţă cu prevederile pentru fondul natural calitativ al acestora, rezultatele aşteptate nu vor întârzia să apară.

2.4.2. Măsuri ajutătoare la nivelul surselor de poluare pentru diminuarea debitelor şi încărcărilor

Un aport considerabil pentru menţinerea unei calităţi a apelor conform normelor în vigoare îl au măsurile care trebuie aplicate la sursele de poluare, pentru diminuarea debiteleor şi încărcărilor apelor uzate înainte de epurarea acestora şi evacuarea în receptori.

În sensul acesta, un rol important îl au tehnologiile mici consumatoare de apă sau total neconsumatoare, puţin poluante sau total nepoluante.

Recircularea apelor uzate apare, de asemenea, ca un procedeu ce va putea degreva, prin reducerea debitelor evacuate, receptorii apelor uzate şi implicit va putea asigura păstrarea unei calităţi mai bune a apelor de suprafaţă.

Folosirea la irigaţii a unor categorii de ape uzate, după un tratament adecvat, apare de asemenea ca o metodă care aplicată judicios poate oferi un dublu avantaj, respectiv acela al reducerii cantităţilor de ape uzate evacuate în receptor, pe de o parte, iar pe de altă parte, al asigurării umidităţii şi parţial a unor substanţe fertilizante pentru solul irigat.

Apare util, în sensul celor arătate mai înainte, să se citeze opiniile unor specialişti. „Se spune adesea, că protecţia calităţii apelor nu trebuie să înceapă cu epurarea apelor uzate. Pentru menţinerea în totalitate a gradului de curăţenie al apelor va trebui să se găsească o nouă strategie, în care epurarea apelor uzate va avea şi ea locul său. Va trebui să avem grijă ca tehnologiile integrale, respectiv tehnologiile unice pentru realizarea unui produs, fără a impune o altă tehnologie, uneori extrem de complexă, pentru epurarea apelor uzate produse şi deci pentru restabilirea situaţiei iniţiale, să meargă mână în mână cu noile descoperiri şi dezvoltări ale societăţii, pentru a se evita crearea de noi surse de poluare a apelor".

2.4.3. Epurarea apelor uzate

Actualmente, un factor determinant pentru calitatea apelor îl constituie epurarea apelor uzate, despre care s-a amintit ca fiind în prezent, în mod practic, singurul mijloc de combatere a poluării apelor. În marea majoritate a cazurilor, procedeele de epurare sunt însă tributare unei anumite limitări, cu toate că eforturile pentru perfecţionarea lor şi apariţia unor metode de mare eficienţă au însemnat un reviriment în actualele condiţii de rapidă creştere a gradului de poluare a apelor. Aceste procedee de epurare conjugate cu măsuri de sporire a debitelor prin lucrări de amenajare a apelor se consideră că ar putea acoperi 70–80% din sfera protecţiei calităţii apelor într-un sistem optimizat. Pentru restul de 20–30%, ar putea concura în mod efectiv o serie de alţi factori, din cei deja menţionaţi. Totuşi, se pun adesea pe acelaşi plan aceste două concepte: *protecţia apelor = epurarea apelor uzate*, simplificare care se justifică doar în prima fază a activităţii de protecţie a apelor.

De aceea, în prima etapă a protecţiei calităţii apelor se depuneau, în principal, eforturi pentru racordarea în cel mai scurt timp a producătorilor de ape uzate la staţiile de epurare.

S-a recunoscut însă destul de devreme că o strategie care să se ocupe în primul rând de evacuări nu va putea conduce la o stare ecologică satisfăcătoare a apelor. Astăzi se admite că nu există premise absolut sigure conform cărora s-ar putea ajunge, în timp, la o stare satisfăcătoare a calităţii apelor numai cu ajutorul epurării mecano–biologice şi chimice.

2.4.4. Intervenţii pe cursurile de apă receptoare ale apelor uzate

În procesul de protecţie eficientă a calităţii apelor se înscriu şi măsurile sau intervenţiile direct pe cursurile de apă receptoare ale apelor uzate, măsuri care, judicios aplicate, pot contribui într-o măsură însemnată la asigurarea calităţii apelor.

O primă posibilitate ar fi introducerea hotărâtă a unor procedee de îmbunătăţire artificială a calităţii apelor de suprafaţă, ca de exemplu aerarea intensă a râurilor sau lacurilor poluate, folosind cu precădere agregatele construite cu acest scop – aeratoare speciale.

Acest procedeu asigură o oxigenare suplimentară a apei, cu posibilităţi de dirijare spre valorile impuse de gradul de poluare cu substanţe organice ce trebuie oxidate, rezultatele, în special în cazul apelor de suprafaţă impurificate cu substanţe organice, putând fi spectaculoase.

Un alt procedeu din aceeaşi gamă ar putea fi cel care tinde să asigure, spre exemplu, destratificarea termică a apelor stătătoare, în speţă crearea posibilităţii de înlocuire cu apă bună, de la suprafaţă, a apei de la adâncime care, prin stagnare, îşi înrăutăţeşte uneori considerabil calitatea.

Aceste procedee, împreună cu altele de acelaşi gen, ar acţiona deci direct asupra apelor de suprafaţă receptoare ale apelor uzate, ponderea lor, în funcţie de eficacitatea metodei şi de extinderea aplicării ei, putând deveni la un moment dat determinantă în acţiunea de protecţie a calităţii apelor.

Un alt factor, natural de această dată, care contribuie în bună măsură la îmbunătăţirea calităţii apelor de suprafaţă, este fenomenul de autoepurare (foarte mult timp neglijat) care, dirijat corespunzător, poate interveni, în situaţia în care se creează un minim de condiţii, la îmbunătăţirea naturală a calităţii apelor de suprafaţă.

Trebuie arătat, de asemenea, că un alt factor component al sferei protecţiei calităţii apelor, cu pondere deosebită, se referă la posibilităţile de sporire a debitelor minime în cursurile de apă receptoare ale apelor uzate, cu ajutorul lucrărilor de amenajare, în speţă acumulări sau derivaţii, ştiut fiind că gradul în care apele uzate se diluează cu apele receptorului are o importanţă deosebită în stabilirea calităţii amestecului. În acest sens, trebuie accentuat că avantajele care decurg din protecţia calităţii apelor din lucrările de amenajare nu trebuie să constituie numai o consecinţă întâmplătoare a unor lucrări efectuate exclusiv în alte scopuri (prevenirea inundaţiilor, hidroenergie, irigaţii, alimentări cu apă), ci trebuie să rezulte ca urmare a luării în considerare la proiectarea lucrărilor de amenajare şi a cerinţelor de diluţie solicitate de considerentele majore ale protecţiei calităţii apelor.

2.4.5. Supravegherea („monitoringul") dinamicii calității apelor

Activitatea de supraveghere („monitoring") a calității apelor prezintă o deosebită importanță, pentru că pune în evidență permanent stadiul calității resurselor de apă, pe baza datelor privind acest stadiu, prelucrate corespunzător, putându-se adopta strategia de protecție eficientă a calității acestor resurse.

În sensul celor arătate mai înainte, o utilizare pe scară largă a expresiei „monitoring" se întâlnește în domeniul mediului înconjurător, termenul definind sistemele de supraveghere a principalilor factori de mediu: apă, aer, sol.

Un grup de lucru însărcinat de Programul Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP) cu problemele *Sistemului global de monitoring al mediului înconjurător* (GEMS) definește „monitoringul" ca fiind „sistemul de observare continuă, măsurare și evaluare, pentru scopuri definite ".

Deși termenul „monitoring" are, așa cum s-a arătat mai înainte, mai multe semnificații posibile, în cele ce urmează se vor face referiri la sensul său legat de activitatea de supraveghere a calității mediului înconjurător, cu accent special pe observarea și controlul calității apei ca factor de bază al mediului.

Trebuie accentuat că în condițiile în care prevenirea și combaterea poluării mediului înconjurător reprezintă probleme de bază ale lumii contemporane, activitatea de „monitoring" apare ca o componentă principală, perfecționarea acestei activități reprezentând una dintre sarcinile cele mai importante ale specialiștilor care activează în domeniu.

În ultimul deceniu, problema răspândirii regionale și globale a substanțelor poluante de proveniență antropogenă a devenit din ce în ce mai actuală. Pentru evidențierea schimbărilor pe fondul proceselor naturale, precum și pentru evaluarea și prognozarea stării mediului înconjurător, în prezent este operațional și se dezvoltă *Sistemul global de monitoring al mediului înconjurător* (GEMS – SGMMI) creat prin hotărârea luată în 1972 la Conferința ONU de la Stockholm pentru mediul înconjurător, ca parte componentă a programului *Observarea planetei.*

Un pas important pe calea realizării SGMMI l-a constituit Consfătuirea interguvernamentală convocată de Programul Națiunilor Unite pentru Mediu, în 1974, la Nayrobi (Kenya), cu ocazia căreia s-au elaborat recomandări privind principiile și scopurile SGMMI, s-au formulat criteriile de stabilire a listei prioritare care include indicatorii calității mediului natural, precum și ale listei cu substanțele prioritare ce trebuie să fie supravegheate. S-au analizat, de asemenea, direcțiile de dezvoltare a SGMMI.

În cadrul mai înainte menționat, grupul de lucru interagenții pentru „monitoring" (IGWGM) a elaborat un studiu care tratează și face propuneri pentru următoarele domenii de aplicare a „monitoringului":

— controlul continuu al poluării de fond a atmosferei, precum și în zonele urbane și în centre industriale;

— controlul continuu al apelor interioare;

— controlul continuu al mărilor și oceanelor;

— controlul continuu al gradului de poluare a solurilor.

Un rol esențial al SGMMI constă în stabilirea actualului fond al stării biosferei. În condițiile existente, punerea în evidență a conținutului de fond al substanțelor de proveniență antropogenă în mediile naturale constituie obiectul unor cercetări de bază.

„Monitoringul", complex de fond al stării mediului natural, este consecința apariției pericolului creșterii nivelului global al poluării, de care se leagă efecte diferite la scara întregii biosfere.

Informația privind starea globală de fond a biosferei, având o importanță incontestabilă în soluționarea problemelor de apreciere și reglementare a calității mediului natural la nivelul național, constituie baza pentru elaborarea strategiei protecției mediului înconjurător la scară internațională.

În ceea ce privește supravegherea continuă a calității apelor interioare, în concepția *Sistemului global de control continuu al mediului înconjurător* (GEMS–SGMMI), aceasta va trebui să se refere la râuri, lacuri naturale, lacuri de acumulare și ape subterane, în vederea menținerii calității acestor ape, conform normelor stabilite, pentru satisfacerea în bune condiții a folosințelor de bază, respectiv alimentarea cu apă, dezvoltarea pisciculturii, a irigațiilor etc.

Obiectivele ce se întrevăd în acest domeniu prin aplicarea „monitoringului" sunt următoarele:

— punerea în evidență a concentrațiilor substanțelor poluante din mediul acvatic și în organismele din acest mediu;

— stabilirea posibilităților de utilizare a apelor pentru populație, piscicultură, necesitățile din agricultură și din industrie etc.;

— evidențierea modificărilor calitative ale râurilor, lacurilor și apei subterane.

În România, ca și în multe țări avansate în acest domeniu, există creat pentru acest scop *Sistemul Național de Supraveghere a Calității Apelor* – SNSCA, ca parte integrantă a *Sistemului de Monitoring Integrat din România* (SMIR), care include în principalele bazine hidrografice un număr de circa 270 secțiuni de urmărire a dinamicii calității apelor, pentru indicatorii de calitate fizico-chimici și parțial hidrobiologici.

La stabilirea acestor secțiuni de control s-au avut în vedere o serie de criterii, dintre care se menționează:

— importanța cursului de apă pe plan republican;

— gradul de reprezentativitate al amplasamentelor, relativ la caracterizarea calitativă a apei, în timp și spațiu;

— posibilitatea măsurării (estimării) debitelor „asociate" determinărilor calitative; în acest sens, s-a urmărit, pe cât posibil, realizarea de amplasamente comune cu posturi hidrometrice existente (sau aflate la mică distanță).

În cadrul sistemului național de supraveghere, supravegherea calității apelor se realizează prin campanii periodice, lunare, efectuate la intervale de timp egale, cu mijloace manuale (recoltare și analiză) și cu o circulație a informațiilor „flux lent", cât și cu mijloace automate („flux rapid" de date).

Datele obținute în campaniile lunare, care în final sunt prelucrate și cuprinse în sintezele anuale de protecția calității apelor pe bazine hidrografice, sunt utilizate în următoarele scopuri principale:

— informări operative asupra stadiului calității apelor;

— elaborarea de acorduri de gospodărirea apelor, relativ la aspectul calității;

— cunoașterea calităților apelor și a tendințelor ei de evoluție, în vederea dirijării cât mai judicioase a măsurilor de protecție;

— întocmirea planurilor de gospodărire a calității apelor.

Calitatea apelor se precizează prin determinarea unui complex de indicatori (parametri), incluși în trei grupe principale:

— indicatori fizico–chimici;

— indicatori biologici;

— indicatori bacteriologici.

În ceea ce privește caracterizarea fizico–chimică a apei, se precizează că indicatorii respectivi, care se determină în fiecare secțiune de control de ordinul I, sunt de două tipuri:

— indicatori fizico–chimici generali;

— indicatori fizico–chimici speciali (specifici).

Indicatorii fizico–chimici generali, care cuprind indicatorii *regimului de oxigen* (O_2, CBO_5, CCO-Mn și/sau CCO-Cr) și *gradul de mineralizare* (reziduu fix, Cl^-, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, HCO_3^-), precum și alți indicatori, ca: NH_4^+, NO_2^-, NO_3^- și *fier total*, se determină, obligatoriu, în fiecare secțiune de control de ordinul I, iar indicatorii specifici (cianuri, fenoli, detergenți, metale etc.) se determină diferențiat, în funcție de condițiile existente în secțiunile respective (rezultate mai ales din impactul surselor exterioare de poluare).

În raport cu amplasarea secțiunilor de control, recoltarea, transportul și analiza probelor de apă au fost repartizate la diferite unități responsabile, din domeniul gospodăririi apelor, coordonarea întregii activități revenind structurilor administrative abilitate.

2.4.6. Planificarea măsurilor de protecție a calității resurselor de apă la nivelul bazinelor hidrografice (gospodărirea calității apelor)

Planificarea judicioasă a măsurilor de protecție a calității apelor apare astăzi de o covârșitoare importanță pentru succesul ideii de protecție eficientă a apelor. Această planificare are ca domeniu de aplicare bazinul hidrografic.

În sensul actual, gospodărirea calității apelor, ca de altfel și cea a resurselor cantitative, are ca arie de acțiune ansamblul unui bazin sau subbazin hidrografic, nemaiputându-se concepe rezolvări locale, particulare, care nu se justifică nici tehnic nici economic.

Avându-se la dispoziție un bun fond de date privind calitatea apelor, obținut prin sisteme perfecționate de cunoaștere, apare ca indispensabilă pentru buna gospodărire a calității apelor elaborarea unor documentații la nivelul bazinelor hidrografice, denumite planuri de gospodărire a calității apelor, care, plecând de la situația existentă și cea prevăzută în viitorul apropiat, de 2–5 ani, a surselor de poluare și folosințelor de apă, stabilesc pentru fiecare sursă de poluare în parte, condițiile optimizate de evacuare a apelor uzate în receptori, astfel ca să se asigure pe ansamblul bazinului hidrografic condițiile de calitate necesare satisfacerii în condiții optime a folosințelor.

În concluzie, se impun a fi trecute în revistă o serie de elemente indispensabile unei eficiente protecții a calității apelor în cazul prezentat mai înainte:

— perfecționarea activității de cunoaștere a calității apelor nu se poate concepe fără introducerea hotărâtă, la nivelul tuturor bazinelor hidrografice, a stațiilor de control automat al calității apelor, de diferite tipuri și grade, după importanța și complexitatea apei a cărei calitate trebuie supravegheată;

— cunoașterea modificărilor în dinamica calității apelor, generate de amenajarea cursurilor de apă și folosirea judicioasă a avantajelor pentru calitatea apei ce decurg din lucrările de amenajare, constituie de asemenea un element de bază, prioritar, în protecția eficientă a calității apelor;

— pentru acreditarea hotărâtă a ideii conform căreia apele, ca sursă naturală, au un preț de întrebuințare, metoda taxelor pentru evacuarea apelor uzate în apele de suprafață reprezintă un sistem indispensabil pentru protecția eficientă a calității apelor;

— trebuie accentuat asupra faptului că activitatea de gospodărire a calității apelor trebuie să fie considerată, datorită multitudinii și complexității problemelor care se ridică continuu, nu ca o activitate de rutină, ci ca o activitate de cercetare științifică permanentă, legată de problemele și domeniile sale prioritare. Această activitate de concepție este indispensabil să fie coordonată de o organizație de

cercetare ştiinţifică specializată, aşa cum se practică într-o serie de ţări avansate în domeniul gospodăririi calităţii apelor ca Elveţia, Germania, S.U.A. etc.;

— trebuie subliniat caracterul de perenitate a problemelor privind cunoaşterea calităţii apelor, activitate cu pronunţat caracter de cercetare ştiinţifică, care, în special pentru principalele resurse de apă, trebuie desfăşurată continuu, în vederea acumulării fondului de date privind calitatea apelor, absolut indispensabil pentru buna gospodărire a calităţii acestora.

O altă problemă prioritară în domeniul gospodăririi calităţii apelor este legată de gradul de pregătire şi conştiinciozitate al personalului chemat să efectueze supravegherea calităţii apelor, în speţă personalul desemnat să asigure prelevarea probelor de apă şi efectuarea analizelor acestor probe, în condiţiile în care metodele clasice de supraveghere deţin încă o pondere importantă în activitatea de urmărire a calităţii apelor.

Trebuie accentuat că numai o aplicare optimizată a efectelor tuturor sau numai a unora dintre factorii menţionaţi anterior, ca acţionând în sfera protecţiei calităţii apelor, poate duce la rezolvări eficiente.

3
SISTEME DE CANALIZARE–EPURARE ORĂŞENEŞTI

3.1. Alcătuirea unui sistem de canalizare

Un sistem de canalizare cuprinde un ansamblu de obiecte şi dispozitive care, după un anumit procedeu, în mod obişnuit, colectează, transportă, epurează şi evacuează apele uzate de la folosinţele din bazinul de canalizare pe care îl deserveşte.

Canalizarea unui centru populat sau industrial poate fi făcută prin unul sau mai multe sisteme independente de canalizare.

Schema unui sistem de canalizare este reprezentarea în plan orizontal şi vertical a obiectelor principale care reprezintă circuitul apelor de canalizare, cu indicarea poziţiei lor relative (reţele de canale, colectoare principale, deversoare, staţii de pompare, traversări de obstacole, staţii de epurare, guri de vărsare în emisar şi amenajări pentru îndepărtarea substanţelor reţinute şi a nămolurilor – fig. 3.1).

Din schema de canalizare, în general, nu vor rezulta dimensiunile canalelor sau ale obiectelor care o compun, ea permiţând însă aprecieri asupra modului în care este soluţionată respectiva canalizare.

Numărul, tipul şi amplasamentele construcţiilor care alcătuiesc canalizarea sunt dictate de:

— dispoziţia localităţii;
— situaţia cursurilor de apă învecinate, care pot juca rol de emisar;
— existenţa emisarilor posibili în condiţii tehnice şi economice admisibile;
— cantităţile şi calităţile apelor ce trebuie canalizate;
— caracteristicile bazinelor de canalizare;
— relieful şi natura terenului;
— condiţiile de evacuare a apelor de canalizare în emisar;
— amplasamentul staţiei de epurare;
— condiţiile de evacuare a nămolurilor din staţiile de epurare.

În funcţie de aceste considerente, schemele reţelelor de canalizare orăşeneşti se pot alcătui cu dispoziţii diferite:

— perpendiculară directă sau indirectă;
— paralelă sau în etaj;
— ramificată.

Dacă localitatea posedă mai multe sisteme de canalizare (independente), cu reţele şi staţii de epurare diferite, canalizarea mai poartă denumirea de radială.

Exploatarea unui sistem de canalizare presupune conjugarea eforturilor întreprinderii de gospodărire comunală pentru exploatarea reţelei de canalizare şi a lucrărilor auxiliare, a staţiei de epurare, a staţiei de pompare.

În ceea ce priveşte reţeaua de canalizare, exploatării îi revine sarcina permanentă de a verifica menţinerea condiţiilor pentru care a fost construită canalizarea.

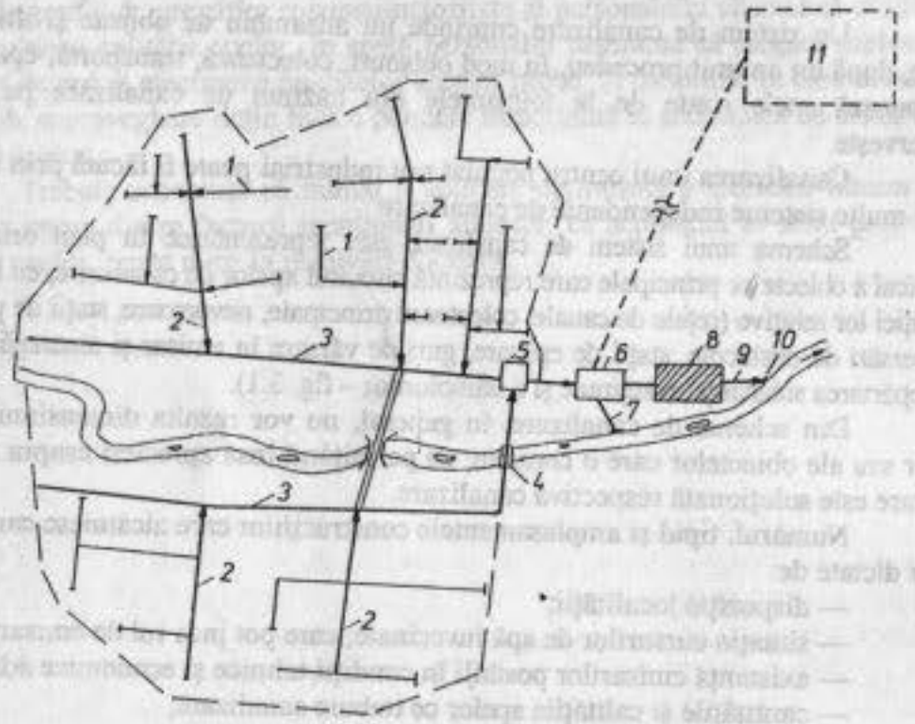


Fig. 3.1. Schema unui sistem de canalizare:
1 – canale de serviciu (secundare); *2* – colectoare secundare; *3* – colectoare principale; *4* – sifon inversat; *5* – cameră de intersecţie; *6* – camera deversorului; *7* – canal deversor; *8* – staţie de epurare; *9* – canal de evacuare; *10* – gură de descărcare; *11* – câmpuri pentru valorificarea nămolurilor.

Trebuie menţionat de la început că lucrările de exploatare tehnică şi de întreţinere a reţelelor de canalizare trebuie efectuate în cadrul unui plan anual şi defalcate apoi pe trimestre şi luni.

Se atrage atenţia că primii 1–2 ani după darea în funcţiune a reţelei de canalizare necesită lucrări de exploatare tehnică foarte îngrijită. În această perioadă

trebuie să se urmărească foarte atent funcţionarea fiecărui tronson de canal şi a fiecărei lucrări auxiliare, să se aducă corectări locale eventualelor deficienţe, astfel încât să se asigure o exploatare normală.

3.2. Punerea în funcţiune a reţelelor de canalizare

Darea în exploatare a reţelelor de canalizare are loc după recepţia lucrării.

Cu această ocazie, se verifică:

— partea de construcţii;
— etanşeitatea construcţiilor şi debitul de apă transportat;
— nivelurile şi pantele de curgere;
— vitezele de curgere.

3.3. Exploatarea reţelelor de canalizare

În principal, această categorie de lucrări constă din controlul periodic al reţelei de canalizare.

Controlul periodic are drept scop efectuarea verificării exterioare şi interioare a reţelei, în vederea menţinerii ei în funcţiune în condiţii raţionale, pe o perioadă cât mai lungă.

Controlul periodic este axat pe:

— controlul apelor uzate;
— controlul interior al reţelei;
— controlul exterior al reţelei.

3.3.1. Controlul apelor uzate

Controlul apelor uzate se face atât din punct de vedere cantitativ, cât şi din punct de vedere calitativ.

Controlul cantitativ constă în determinarea debitului reţelei, în scopul verificării capacităţii de scurgere. Aceasta se face prin determinarea vitezei de curgere a apei între două cămine, precum şi a înălţimii apei. Debitul astfel stabilit nu trebuie să difere cu mai mult de 15% faţă de cel stabilit în proiect.

Controlul calitativ al apelor uzate se face pe baza analizelor de laborator. Se efectuează de către laboratoare specializate. Rezultatele se înscriu în registre de evidenţă care să permită şi cunoaşterea evoluţiei calităţii apelor.

Calitatea apelor trebuie să corespundă prevederilor proiectului şi să se înscrie în limitele normativelor existente.

Ca principale condiţii pe care apele uzate ce se descarcă în canalizare trebuie să le îndeplinească, se citează:

— lipsa agresivității față de materialul din care este executată rețeaua;
— să nu fie nocive sau să emane gaze toxice vătămătoare pentru personalul de exploatare;
— să nu prezinte pericol de explozie;
— să nu creeze prin substanțele pe care le conțin dificultăți în desfășurarea proceselor de epurare;
— să nu conțină materii în suspensie care să se depună și să înfunde conducta.

Normele actuale prevăd următoarele limite pentru principalii indicatori de calitate:
— temperatura: *max* +40 °C;
— *p*H: 6,5–11;
— cianuri: *max* 1,0 mg/l;
— clor liber: *max* 1,0 mg/l;
— hidrogen sulfurat: *max* 1,0 mg/l;
— reziduuri petroliere: *max* 30,0 mg/l.

În cazul în care se descarcă în canalizare și ape industriale, acestea se primesc numai după o prealabilă preepurare, care să asigure limitele menționate anterior sau să asigure limitarea și a altor impurificatori specifici care pot produce dereglări ale stației de epurare. De exemplu:
— detergenți: *max* 50 mg/l;
— crom total: *max* 1,0 mg/l;
— plumb: *max* 1,0 mg/l.

3.3.2. Controlul exterior al rețelei de canalizare

Controlul exterior (de suprafață) se face lunar sau trimestrial (după condițiile locale), prin parcurgerea la suprafață a traseelor canalelor de către echipele de control formate din 3 muncitori (șef de echipă + 2 muncitori).

În cadrul controlului exterior se deschid capacele tuturor căminelor de vizitare, ale gurilor de scurgere, ale camerelor de intersecție ale căminelor deversoare, ale camerelor de sifonare.

Se verifică:
— existența unor tasări ale pavajului sau solului (semne ale unor infiltrații sau exfiltrații);
— capace crăpate, sparte, bucăți sărite, evidențiind pericolul pătrunderii de gunoaie sau de împiedicare a circulației;
— așezarea corectă a capacelor sau grătarelor;
— interzicerea depozitării pe capace sau grătare a materialelor de construcție sau a altor materiale;

— urme de „racorduri" ilegale la canalizare;
— dacă rigolele șanțurilor își îndeplinesc rolul;
— dacă nu au apărut spargeri de conducte;
— situația gurilor de vărsare în emisar.

Ca măsură generală, echipele de control exterior nu au voie să intre în căminele de canalizare, camerele de intersecție, camerele deversoare.

Tot echipa de control exterior se ocupă de:
— curățirea capacelor de frunze, gunoaie, zăpadă;
— deschiderea capacelor și verificarea absenței gazelor;
— restabilirea capacității de scurgere a rigolelor, șanțurilor, canalelor, restabilirea eventualelor semne de pe traseu;
— controlul eventualelor sigilii (plumb, lacăte, închizători) de la căminele supuse unui control riguros.

3.3.3. Controlul interior al rețelei de canalizare

Controlul interior (de adâncime) se face la intervale stabilite pentru fiecare linie de canalizare, de la o dată până la de patru ori pe an, în funcție de importanța canalizării și de condițiile de exploatare tehnică.

Controlul interior al canalelor vizitabile se face prin parcurgerea lor de către echipele de control, iar la canalele nevizitabile, cu ajutorul oglinzilor.

În cadrul controlului interior, se verifică dacă:
— pereții și treptele căminelor nu au suferit degradări;
— pereții tuburilor nu au suferit deformări, fisuri, infiltrații, eroziuni, coroziuni;
— aparatura și utilajele (stavile, vane, clapeți) funcționează normal;
— scurgerea prin canale și rigole la cămine sau camere de intersecție se face normal.

Echipele în acest caz sunt formate din 5 lucrători, doi fiind la suprafață pentru a interveni în caz de accident.

În cadrul controlului, la toate categoriile de canale, se urmărește influența rețelei de canalizare asupra nivelului apelor freatice, atât în ceea ce privește drenarea cât și eventuala lor alimentare în cazul unor neetanșeități.

3.4. Întreținerea rețelei de canalizare

În cadrul activităților de întreținere se acordă atenție:
— spălării și curățirii canalelor;
— desfundării canalelor;
— reparării rețelelor de canalizare.

3.4.1. Spălarea şi curăţirea canalelor

Spălarea canalelor se efectuează ori de câte ori rezultă că este necesar. În funcţie de frecvenţa la care trebuie efectuate spălările, tronsoanele reţelei de canalizare se împart în patru categorii:

— I – spălare o dată pe an;
— II – spălare de două ori pe an;
— III – spălare de trei ori pe an;
— IV – spălare de patru ori pe an.

Spălarea reţelei nevizitabile se poate face cu apă din reţeaua de alimentare cu apă potabilă, industrială sau chiar cu apă uzată şi are drept scop prevenirea înfundării canalelor prin depuneri care se întăresc, îngreuind astfel îndepărtarea lor. Spălarea se poate face cu autojeturi – jeturi de apă sub presiune (presiune care poate ajunge la 100 at), fig. 3.2.

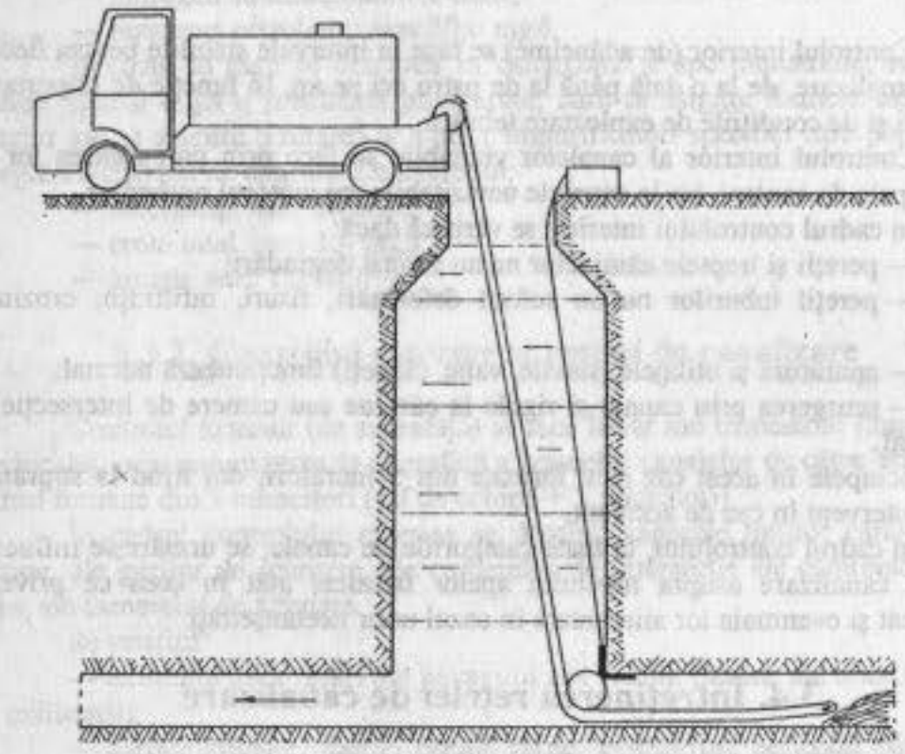


Fig. 3.2. Dispozitiv hidraulic de mare presiune.

Această metodă este economică şi eficientă. Consumul de apă este de circa 120 l/min.

Manopera este redusă, un personal de deservire de 2–3 muncitori putând curăţa o lungime de canal de 10 ori mai mare decât prin curăţirea manuală.

Alt sistem constă în astuparea capătului aval al tronsonului până se umple căminul din amonte, după care se dă drumul la apă, care prin unda de apă provocată asigură o bună spălare.

Curăţirea canalelor se face atunci când prin spălare nu se pot îndepărta depunerile întărite, eventualele deşeuri sau rădăcini pătrunse prin fisuri sau prin îmbinările reţelei.

Metodele de curăţire se diferenţiază după caracterul vizitabil sau nevizitabil al canalelor.

La canalele vizitabile, curăţirea se face în mod obişnuit manual, cu unelte terasiere (lopeţi, târnăcoape). Materialele rezultate sunt transportate în găleţi, cu ajutorul unor cărucioare, până la căminul de vizitare, de unde sunt ridicate la suprafaţă.

Echipele de curăţire sunt formate din 7 lucrători, dintre care doi rămân la suprafaţă.

La curăţirea canalelor vizitabile se pot folosi dispozitive mecanice şi hidraulice autopropulsate, care realizează deplasarea şi curăţirea prin presiunea creată de ridicarea nivelului apelor uzate în spatele dispozitivului. Dezavantajele acestor dispozitive constau în posibilitatea blocării lor, din cauza unor depuneri, cărămizi sau bolovani.

Curăţirea canalelor nevizitabile se efectuează manual din amonte spre aval, cu ajutorul unor piese şi unelte de curăţit, de diferite forme, pentru a realiza desprinderea, tăierea şi transportul până la cămine.

Introducerea şi acţionarea pieselor de curăţire se face cu ajutorul unor trolii fixate pe cadre amplasate la cele două cămine de la extremitatea tronsonului ce se curăţă.

3.4.2. Desfundarea canalelor

Uneori poate avea loc o înfundare a canalelor prin formarea unui dop care poate împiedica parţial sau total scurgerea apelor. În aceste condiţii are loc o ridicare a nivelului apei din canal, în amonte, uneori chiar până la nivelul terenului, conducând la inundarea instalaţiilor de canalizare situate la cote mai joase.

Desfundarea canalelor este necesar să se facă cât mai operativ.

O primă metodă şi cea mai utilizată este aceea de a introduce în canal o sârmă groasă sau tuburi flexibile (prăjini, bastoane articulate) la capătul cărora se fixează diferite piese metalice de tip sfredel, lance, care prin învârtire pătrund şi dislocă dopul format. Operaţia se încearcă a se efectua atât din amonte cât şi din aval.

O altă metodă de desfundare utilizează dispozitive hidraulice de mare presiune, care sunt prevăzute cu un furtun cu cap autopropulsat care asigură înaintarea lui şi spălarea depozitului.

Când nici una dintre metodele amintite nu dă rezultate, atunci se determină cu ajutorul bastoanelor articulate locul zonei înfundate şi apoi se execută o săpătură deschisă, se sparge tubul şi se înlocuieşte.

Curăţirea lucrărilor anexe se efectuează periodic, pentru a se asigura buna funcţionare a întregului sistem. Gurile de scurgere (cu depozit) se curăţă în mod obişnuit de două ori pe lună cu autovidanjele. De asemenea, căminele de vizitare cu depozit este necesar a fi curăţite când se constată umplerea lor, cu ocazia controlului.

3.4.3. Repararea reţelelor de canalizare

Degradarea sau avarierea reţelei de canalizare poate avea multiple cauze, ca de exemplu:

— exploatare sau întreţinere defectuoasă: ape agresive, necontrolarea etanşeităţilor, necurăţire corectă;

— calamităţi naturale: cutremure, ploi torenţiale, inundaţii, surpări de teren.

Timpul total t_t scurs între ivirea defecţiunilor şi repararea lor poate fi defalcat conform relaţiei:

$$t_t = t_{ex} + t_d + t_r \,, \tag{3.1}$$

în care: t_{ex} este timpul scurs între apariţia defecţiunii şi exteriorizarea sau depistarea ei;

t_d – timpul necesar pentru luarea măsurilor de reparare;

t_r – durata efectivă a reparaţiei.

În relaţia 3.1, t_d şi t_r pot să fie reduse la câteva ore (de obicei 6–24 h), însă cu aceasta problema este rezolvată numai parţial, căci t_t depinde în special de t_{ex} (durata de depistare a defecţiunii). Scurtarea acestui timp poate fi realizată numai în condiţiile unui control preventiv periodic eficient.

Există mai multe categorii de reparaţii:

— reparaţii curente;

— reparaţii capitale;

— repararea avariilor.

Reparaţiile curente constau din schimbarea grătarelor la gurile de scurgere şi a capacelor defecte la căminele de vizitare, fixarea treptelor dislocate, repararea pieselor uzate ale utilajelor, repararea tunelelor, zidăriilor şi a altor elemente de construcţii.

Reparaţiile capitale constau, în general, din refacerea sau consolidarea unor porţiuni sau tronsoane de canal deteriorate, refacerea unor tronsoane care au fisuri.

Repararea avariilor este necesar să se facă în cel mai scurt timp posibil. Obturarea, înfundarea într-o secţiune poate conduce la punerea sub presiune a tronsoanelor din amonte. Ca o consecinţă, poate avea loc inundarea subsolurilor, a reţelelor şi galeriilor din amonte învecinate.

De asemenea, în cazul unor însemnate exfiltraţii în terenul înconjurător, se poate produce infectarea pânzei freatice sau periclitarea clădirilor învecinate.

Devierea apelor este o operaţie dificilă ce trebuie rezolvată la executarea reparaţiei reţelelor de canalizare, deoarece în multe situaţii, în practică nu se poate opri funcţionarea tronsoanelor din amonte.

În unele cazuri este posibilă numai devierea parţială a debitelor ce vin din amonte.

La canalele în sistem unitar este posibil ca pe unele tronsoane să se astupe temporar gurile de scurgere, pentru a împiedica pătrunderea apelor meteorice în canal.

Se va analiza posibilitatea reducerii la minimum a debitului de apă ce urmează a fi deviat.

Devierea apelor la *canale nevizitabile* se face, de obicei, între două cămine, prin izolarea tronsonului unde urmează a se face reparaţia.

O metodă eficientă constă în obturarea canalului amonte printr-un dispozitiv care asigură şi etanşarea şi aspiraţia şi prin intermediul unei pompe se asigură refularea debitului de apă uzată într-o reţea învecinată sau în tronsonul aval.

După efectuarea reparaţiei, obturatorul este dezumflat şi scos prin plutire, apoi ridicat prin tragere la nivelul străzii.

În cazul în care este necesar să se facă repararea sau înlocuirea unui număr mai mare de tuburi, atunci se face o săpătură deschisă între cele două cămine, iar devierea se va face printr-un jgheab paralel cu canalul existent care va conduce apa dintr-un cămin în celălalt.

Devierea apelor la *canale vizitabile*, pe lângă metodele utilizate la canalele nevizitabile, se mai poate efectua prin interiorul canalului, prin intermediul unor jgheaburi sau conducte.

Repararea se face în funcţie de gradul de deteriorare a canalului. Dacă este vorba numai de o degradare superficială a tencuielii, după o prealabilă curăţire se reface aceasta cu mortar – aplicat prin torcretare.

În alte cazuri se mai poate aplica şi o căptuşire din plăci de materiale plastice, care să reducă rugozitatea şi să asigure scurgerea aceloraşi debite.

Dacă degradările sunt mai mari şi este posibilă prăbuşirea canalului, este necesar a se lua măsuri de consolidare care se pot realiza prin următoarele căi:

— căptuşire de rezistenţă;
— refacerea bolţii sau a întregii secţiuni.

3.5. Măsuri de protecţia şi securitatea muncii

Activităţile de exploatare şi întreţinere a reţelei de canalizare pot reprezenta pericole importante, din cauza multiplilor factori care pot provoca îmbolnăvirea sau accidentarea celor care lucrează în acest domeniu.

Accidentele sau îmbolnăvirile pot fi cauzate în principal de:

— intoxicaţii sau asfixieri cu gaze toxice emanate (CO, CO_2, gaz metan, H_2S);
— contact cu mediul infectat;
— explozii datorită gazelor inflamabile;
— electrocutări cu cabluri electrice neizolate;
— căderi în cămine sau canale;
— alunecări în canale datorită debitelor şi vitezelor mari ale apei.

Într-o primă etapă, este necesar să se ia în considerare o serie de *măsuri preventive*. Dintre acestea se pot cita:

— instruirea personalului;
— examen riguros medical al personalului şi vaccinarea împotriva unor boli hidrice (febră tifoidă, dizenterie);
— interzicerea accesului în reţea a celor cu zgârieturi sau răni mici;
— asigurarea echipamentului de protecţie pentru întreg personalul: cizme, salopete, mănuşi;
— dotarea cu echipament special: lămpi tip miner, măşti de gaze, centuri de siguranţă.

La intrarea în canal se deschid câte 3 capace în amonte şi aval şi se verifică prezenţa gazelor cu ajutorul lămpii şi aerisirea.

Dacă lămpile se sting, se recurge la ventilarea artificială.

Când muncitorii sunt intraţi în canal, la suprafaţă se montează semnalizatoare speciale (zi şi noapte).

Sunt interzise aprinderea chibriturilor şi fumatul, pentru evitarea unor explozii.

La coborâre este obligatorie purtarea centurii de siguranţă cu frânghie de lungime corespunzătoare distanţei între două cămine.

Toate sectoarele trebuie să fie dotate cu posturi de prim ajutor care să aibă truse medicale, târgi, pături şi posibităţi de intervenţii rapide în caz de accidente.

4
APELE UZATE ŞI INFLUENŢA LOR ASUPRA MEDIULUI NATURAL. AUTOEPURAREA ŞI EPURAREA ACESTORA

4.1. Proveniența apelor uzate

Apele uzate provin din încărcarea apei din natură cu materiale şi substanţe care îi modifică indicatorii de calitate, o poluează.

Apa se încarcă cu materii poluante, devenind uzată prin utilizarea ei de către om, în cele mai diverse scopuri practice şi prin contactul apelor meteorice (ploaie, zăpadă) cu produse ale activităţii umane, care se găsesc în aer şi pe sol.

În primul caz, întrucât domeniile de folosire a apei îmbracă cele mai diverse forme (apă potabilă, alimentarea cu apă a industriei, alimentarea cu apă a agriculturii, piscicultură, scopuri urbanistice şi de agrement), posibilităţile de poluare a acesteia sunt foarte mari.

Cantităţile cele mai mari de ape uzate provin din unităţile industriale. Astfel, pentru obţinerea unei tone de hârtie rezultă circa 100–200 m^3 ape uzate; pentru o tonă de cauciuc, 150 m^3; pentru prelucrarea unei tone de fructe rezultă circa 10–20 m^3 apă uzată. Dar şi apa uzată care provine din consumul casnic (apa menajeră) este în cantitate destul de mare. Astfel, s-a înregistrat pentru un cartier neindustrializat din Bucureşti, un debit de consum de circa 0,35 m^3/locuitor·zi.

În al doilea caz, apele meterorice dizolvă în timpul ploii diverse gaze toxice din aer (oxizi de sulf, azot, amoniac etc.) sau se încarcă cu pulberi ce conţin oxizi metalici, gudroane sau alte substanţe. Apele de ploaie sau cele rezultate din topirea zăpezilor se pot impurifica în timpul şiroirii lor la suprafaţa solului, ca urmare a contactului cu diversele produse ale activităţii umane (deşeuri menajere, industriale, îngrăşăminte, pesticide etc.).

4.2. Influenţa asupra mediului înconjurător

Între apele uzate şi mediul înconjurător în care acestea sunt deversate se stabileşte o relaţie bilaterală; prin impurităţile pe care le conţin, apele uzate acţionează asupra mediului înconjurător, de cele mai multe ori în sens negativ, iar acesta, la rândul său, contribuie la înlăturarea poluanţilor din apă (autoepurare).

Receptorii folosiţi în mod obişnuit pentru evacuarea apelor uzate colectate prin reţele de canalizare sunt cursurile de apă de suprafaţă, lacurile sau marea

(pentru activităţile de pe litoral) şi, mai rar – stratele permeabile subterane adânci şi solul pentru irigaţii şi infiltraţii.

Apele de suprafaţă sunt supuse unei impurificări proprii (autogene), provenite prin descompunerea plantelor şi animalelor moarte existente sau aduse în mod natural, precum şi impurificării datorită apelor uzate.

4.2.1. Influenţa asupra receptorului

Acţiunile apelor uzate asupra receptorilor diferă după tipul acestora: ape de suprafaţă (râuri, lacuri, mări) sau soluri infiltrabile.

Apele de suprafaţă suferă din partea apelor uzate următoarele acţiuni:

— modificarea calităţilor fizice, prin schimbarea culorii, temperaturii, conductibilităţii electrice, radioactivităţii, prin formarea depunerilor de fund, de spumă sau de pelicule plutitoare;

— modificarea calităţilor organoleptice (gustul şi mirosul);

— modificarea calităţilor chimice prin schimbarea reacţiei apei (*p*H-ul), creşterea conţinutului de substanţe toxice, schimbarea durităţii, reducerea cantităţii de oxigen datorită substanţelor organice din apele uzate etc.;

— distrugerea florei şi faunei valoroase şi favorizarea dezvoltării unor microorganisme, ca şi mărirea numărului de virusuri şi de bacterii, printre care se pot găsi şi germeni patogeni.

Apele marine sunt influenţate în mare măsură, în mod asemănător apelor de suprafaţă, cu deosebirea că acţiunile asupra lor trebuie luate în considerare nu atât în ceea ce priveşte modificarea calităţilor cu respectivele efecte asupra vieţuitoarelor conţinute, cât datorită efectelor pe care le pot avea asupra plajelor.

Solurile infiltrabile, folosite drept terenuri pentru irigaţii şi infiltrare, sunt larg influenţate, atât prin efecte pozitive datorită modificării solului şi aportului de elemente fertilizante pe care le conţin apele uzate, cât şi prin efectele negative pe care acestea le pot produce, de exemplu: emanări de mirosuri, colmatarea porilor, creşterea aciditătii şi alcalinităţii apelor şi deci, alterarea lor, ridicarea nivelului apelor freatice şi chiar înmlăştinarea lor, precum şi infectarea solurilor şi a apelor freatice de mică adâncime, cu virusuri şi bacterii.

4.2.2. Influenţa asupra captărilor de apă potabilă şi industrială

Sub influenţa apelor uzate neepurate satisfăcător, cu conţinut de substanţe organice, încep să se formeze în apa receptorului colonii mari de microorganisme, care sunt antrenate de apa râului şi apoi blochează grătarele de la intrarea prizelor de apă şi a filtrelor de la instalaţiile de apă potabilă şi industrială.

Apele uzate cu conţinut de acizi atacă părţile metalice ale instalaţiilor. Conţinutul mare de carbonaţi al unor ape industriale periclitează funcţionarea cazanelor cu aburi ale centralelor termoelectrice.

Uneori, acţiunea reciprocă a unor ape industriale în apa receptorului poate produce efecte negative. Astfel, apele de la tăbăcării şi cele de la celuloză sulfit, prin contact cu apele cu conţinut mare de săruri de fier, dau o coloraţie de cerneală şi provoacă un consum mare de oxigen. De asemenea, apele care conţin acizi liberi, atunci când vin în contact cu apele sulfuroase pun în libertate hidrogen sulfurat.

Amintim, de asemenea, că unele ape conţinând compuşi ce pot provoca stabilizarea coloizilor fac imposibilă dedurizarea apei pentru folosirea în cazanele de aburi, de exemplu apele de la obţinerea celulozei conţin compuşi lignosulfonici care împiedică precipitarea sărurilor de calciu.

4.2.3. Influenţa asupra folosinţelor agricole şi a creşterii animalelor

Apele cu un conţinut mare de acizi dizolvă substanţele nutritive din sol. Depunerile de fibre de la fabricile de celuloză şi prelucrarea lemnului sau de la fabricile textile, depunerile de la minele de cărbuni sau nămolurile cu un conţinut de fier pot produce colmatarea terenurilor irigate. Apele toxice de la minele de plumb şi zinc se depun pe terenuri de păşuni şi pot provoca îmbolnăvirea animalelor care le consumă, acţionând şi asupra capacităţii lor de reproducere.

Apele de la băile de galvanizare, cu cianuri şi săruri metalice, provoacă moartea animalelor şi păsărilor care consumă plante irigate cu aceste ape şi, în plus, pot provoca şi sterilizarea solului, făcându-l neutilizabil pentru agricultură.

4.2.4. Influenţa asupra fondului piscicol

Pentru a permite o dezvoltare normală a peştilor, apa din resursele de suprafaţă trebuie să îndeplinească anumite condiţii de calitate. Conform prevederilor STAS 4706 pentru reproducerea şi dezvoltarea salmonidelor (păstrăvilor), apa trebuie să aibă categoria I de calitate, iar pentru reproducerea şi dezvoltarea fondului piscicol natural din apele de şes, categoria a II-a de calitate. Desigur că orice deversare de apă uzată are influenţă nefastă asupra calităţii apei şi implicit, asupra fondului piscicol.

Pentru a evidenţia efectul nociv al apelor uzate asupra vieţuitoarelor acvatice, inclusiv a peştilor, au fost stabilite două limite: doza limită, care aplicată timp de o oră nu incomodează peştii; doza minimă mortală, care produce moartea peştilor după o oră.

În tabelul 4.1 se dau câteva valori orientative ale acestor doze caracteristice. Valorile din tabelul 4.1, care poate fi completat cu întreaga listă de substanţe nocive ce pot fi conţinute în apele reziduale – mai ales cele industriale –, ne dau o imagine clară a influenţei negative pe care acestea o pot avea asupra vieţii peştilor.

Tabelul 4.1

Valori ale dozei limită şi dozei minime mortale pentru anumiţi poluanţi

Substanţa chimică	Doza limită, mg/l	Doza minimă mortală, mg/l
Acid clorhidric	3	5
Acid sulfuric	0,2–1,0	2–5
Amoniac	5–10	14
Clorură de calciu	10	30
Sulfat de cupru	2,5	25
Cianură de potasiu	0,05	0,1

4.2.5. Influenţa asupra stării sanitare şi igienice

Apele uzate, de exemplu de la abatoare, lăptării, tăbăcării, fabrici de piele, de uleiuri, margarină, bere etc., prin conţinutul lor ridicat de materii organice ca albumine, hidraţi de carbon şi săruri nutritive, constituie un mediu propice pentru toate bacteriile şi, în consecinţă, favorizează dezvoltarea acestora în emisar, constituind un factor negativ pentru sănătatea oamenilor şi a animalelor.

Locurile de baie, ştrandurile naturale pot fi, de asemenea, puternic afectate de unele ape uzate industriale, cum sunt cele ce conţin uleiuri, grăsimi, gudroane, detergenţi, care pe lângă că reţin praful şi tot felul de impurităţi, făcând o spumă cu aspect neplăcut, împiedică şi aerarea apei.

Apele uzate cu conţinut de hidraţi de carbon şi alte substanţe organice uşor fermentabile favorizează dezvoltarea coloniilor de bacterii, cum sunt *Sferotilus* şi *Leptomitos*, formând coji sub formă de „blană de oaie", care dau un aspect inestetic şi dezagreabil locurilor de baie.

4.3. Autoepurarea

După primirea în receptori, apele impurificate sunt supuse unor procese naturale de autoepurare, adică de reducere treptată a efectelor dăunătoare asupra mediului înconjurător, inclusiv a receptorilor propriu-zişi.

4.3.1. Noţiunea de autoepurare

Aşa cum s-a menţionat, prin autoepurare se înţelege ansamblul proceselor naturale de epurare prin care receptorii sunt readuşi la caracteristicile lor calitative pe care le-au avut înainte de primirea apelor uzate.

Indiferent de receptor şi de natura apelor uzate, procesele naturale de epurare sunt asemănătoare, însă desfăşurarea lor ca durată sau ca ordine de succesiune şi amploare, ca şi măsura în care iau parte toate felurile de procese sau numai unele dintre ele depind de caracteristicile receptorului şi ale apelor introduse în acesta. Autoepurarea variază şi în timp, chiar dacă rămân constante caracteristicile apelor. Capacitatea de autoepurare a receptorilor nu este nelimitată. Din acest motiv, se înregistrează un regres continuu al acestei capacităţi, mai ales atunci când se au în vedere solul pentru irigaţie sau infiltrare, sau chiar apele de suprafaţă şi, îndeosebi, lacurile.

4.3.2. Factorii care influenţează procesul de autoepurare

Autoepurarea se realizează, în esenţă, prin îndepărtarea din masa apei a materiilor solide în stare de suspensie şi prin transformarea unor substanţe pe cale chimică sau biochimică.

Aceste procese, în dinamica lor, sunt influenţate de numeroşi factori de mediu, fizici, chimici şi biologici.

Aceşti factori pot interveni în proces simultan sau într-o anumită succesiune. Între ei există o anumită interdependenţă, momentul în care intră în acţiune un factor şi intensitatea cu care el acţionează fiind condiţionate de alţi factori. Astfel, cantitatea de oxigen dintr-o apă necesară pentru procesele de oxidare a materiei organice depinde, între altele, de cantitatea de alge, iar prezenţa acestora este condiţionată de lumină, a cărei intensitate este în funcţie de gradul de turbiditate al apei ş.a.m.d. Mai trebuie menţionat că unul şi acelaşi factor de mediu poate acţiona asupra mai multor mecanisme de autoepurare. Temperatura, de pildă, influenţează viteza de sedimentare a materiilor în suspensie, viteza unor reacţii chimice şi intensitatea unor procese metabolice din corpul organismelor acvatice.

Factorii fizici. Principalii factori fizici care joacă un rol direct sau indirect în autoepurarea apei sunt: procesul de sedimentare a suspensiilor, lumina, temperatura şi mişcarea apei.

Sedimentarea este unul dintre principalii factori fizici. S-a arătat că una dintre caracteristicile apelor impurificate este turbiditatea lor crescută, din cauza substanţelor coloidale şi a suspensiilor. Limpezirea constituie, deci, o parte esenţială a procesului de autoepurare şi se realizează prin depunerea materiilor în stare de suspensie pe fundul apei.

Procesul de sedimentare este condiţionat, la rândul său, de natura suspensiilor şi de anumite caracteristici ale apei: greutatea specifică, viteza de curgere, densitatea, viscozitatea, temperatura etc. Particulele grosiere se depun mai repede decât cele fine, iar dacă este vorba de suspensii organice, acestea pot suferi descompuneri biochimice cu producere de gaze, care deranjează procesul de sedimentare. Este de subliniat faptul că suspensiile pot antrena pe fund şi bacterii sau ouă de paraziţi, de unde importanţa igienico-sanitară a sedimentării. Greutatea specifică şi viscozitatea apei, care, la rândul lor, variază cu temperatura şi cu concentraţia în săruri minerale, joacă un rol nu numai în procesul de sedimentare, dar şi în cel de amestec al apelor uzate cu apa receptorului, influenţând în acelaşi timp şi capacitatea de plutire a organismelor planctonice.

Lumina are o importanţă deosebită, influenţând direct sau indirect reacţiile chimice şi procesele biologice care intervin în autoepurare. În funcţie de mărimea unghiului de incidenţă, o parte din razele căzute pe suprafaţa apei sunt reflectate şi o altă parte, refractate, pătrund în apă. Vara, când unghiul de incidenţă este mare, cantitatea de lumină reflectată este mai redusă (circa 2,59%) decât iarna (circa 14%), când acest unghi este mai mic. Penetrabilitatea luminii în masa apei depinde de gradul de turbiditate al acesteia.

Lumina constituie sursa de energie pentru procesele fotosintetice, pentru unele reacţii fotochimice şi determină mişcări pe verticală ale unor organisme acvatice. Totodată, lumina cu lungime de undă mică (razele ultraviolete) este şi un agent bactericid, contribuind şi pe această cale la procesul de autoepurare.

Temperatura influenţează majoritatea proceselor fizice, chimice şi biologice care participă în cadrul autoepurării. S-a arătat că viteza de sedimentare a suspensiilor, viteza unor reacţii chimice, intensitatea proceselor metabolice ale organismelor acvatice sunt direct influenţate de temperatură. Tot temperatura influenţează regimul oxigenului din apă, intensitatea proceselor de descompunere bacteriană, gradul de toxicitate a unor substanţe etc.

Apa primeşte căldura de la soare fie direct, fie indirect, prin cedarea căldurii de către aer şi pământ. Pierderile de căldură din apă se produc prin iradiere, evaporare şi prin cedare pe fundul bazinului sau în aer. Curenţii, în general mişcările apei, favorizează pierderile de căldură.

Procesul de autoepurare din apele curgătoare şi, mai ales din cele stătătoare, este strâns legat de regimul lor termic, acesta determinând, în ultimă analiză, întreaga dinamică energetică şi materială din ecosistemele acvatice.

Mişcarea apei influenţează procesul de amestec al apelor uzate cu cel al receptorului, viteza de aerare, viteza de sedimentare a suspensiilor etc. şi joacă un rol important în poluarea cu organisme a bazinelor acvatice. La râuri, viteza de curgere a apei şi natura rocilor determină morfologia fundului, influenţând asupra biocenozelor acvatice.

În afară de mişcarea principală în direcţia longitudinală a masei de lichid, în râuri apar şi mişcări neregulate, în direcţie transversală, produse de neregularităţile fundului, formându-se vârtejuri. Acestea influenţează procesul de amestecare a apelor uzate, transportul, repartiţia aluviunilor pe fund, aerarea apei, determinând formarea de microbiotopi caracteristici populaţi cu anumite biocenoze.

La apele stătătoare, curenţii şi valurile se produc din cauza vântului şi a diferenţelor termice, iar mişcările turbulente din cauza diferenţelor de densitate a apei: toate aceste mişcări influenţează asupra difuzării gazelor şi a altor substanţe în masa apei, cu consecinţe asupra întregii vieţi acvatice.

Factorii chimici. Aceşti factori joacă un rol foarte important în procesul de autoepurare a apelor, contribuind direct şi indirect la crearea condiţiilor de viaţă ale organismelor. În natură, factorii chimici acţionează, de obicei, împreună cu cei fizici şi biologici, fie simultan, fie succesiv, unii creând premisele pentru ceilalţi. Un proces de degradare a substanţelor organice, de exemplu, poate fi început de către factorii biologici, continuat de cei chimici şi desăvârşit tot de cei biologici.

Oxigenul este elementul cu cea mai mare importanţă în procesul autoepurării. De concentraţia acestuia depind intensitatea proceselor de descompunere biochimică a materialelor organice, a oxidării unor substanţe minerale şi popularea cu organisme a sistemelor acvatice.

Regimul de oxigen al unui curs de apă dă o imagine asupra productivităţii biologice şi capacităţii sale de autoepurare.

Dinamica aerării şi dezoxigenării apei variază în funcţie de mulţi factori şi, în special, de mişcarea apei.

De aceea, între apele curgătoare şi cele stătătoare există deosebiri importante în ceea ce priveşte capacitatea de autoepurare.

Scăderea oxigenului dizolvat din apă poate avea loc ca urmare a proceselor de respiraţie a organismelor acvatice, a proceselor de descompunere bacteriană, a materialelor organice şi ca rezultat al oxidării unor compuşi chimici, ca: hidrogenul sulfurat, clorura şi sulfatul feros, sulfiţii etc.

Bioxidul de carbon constituie sursa principală de carbon pentru sinteti-
zarea substanţelor organice de către plante. Acest gaz se află în apă în stare liberă şi

combinat sub formă de bicarbonat şi carbonat de calciu. Apele bogate în bicarbonat de calciu formează sisteme tampon cu o mare capacitate de neutralizare a acizilor şi a bazelor aduse cu apele uzate. Bioxidul de carbon asigură, deci, o stabilitate a concentraţiilor ionilor de hidrogen, ceea ce este de mare însemnătate pentru viaţa acvatică.

Procesul de autoepurare mai este influenţat şi de alţi componenţi chimici ai apei, care contribuie la crearea condiţiilor de viaţă ale organismelor acvatice sau favorizează unele reacţii fizico–chimice şi biochimice: fierul, manganul, azotul, fosforul, sulful, siliciul, magneziul, potasiul, aluminiul şi unele oligoelemente.

Factorii biologici. Dacă factorii fizico–chimici intervin în diferite moduri în procesul de autoepurare, rolul cel mai important revine, fără îndoială, organismelor acvatice. Între aceste organisme, bacteriile au rolul principal în procesul de autoepurare a apelor, restul organismelor, cu puţine excepţii, continuând transformările începute de bacterii, eventual stimulând unele dintre ele. În regiunile impurificate se întâlnesc bacterii care se dezvoltă în mod normal în apă sau în sol şi bacterii venite din tubul digestiv al omului şi animalelor.

Din punct de vedere al nutriţiei, bacteriile se împart în autotrofe şi heterotrofe.

Bacteriile autotrofe utilizează pentru hrană substanţe minerale. Carbonul necesar pentru sinteza glucidelor, lipidelor şi proteinelor îl iau din bioxidul de carbon, carbonaţi şi bicarbonaţi. Cele care îşi iau energia necesară din oxidarea unor substanţe minerale se numesc chemosintetice, iar cele care folosesc lumina soarelui ca sursă de energie se numesc fotosintetice. Acestea din urmă posedă în celula lor pigmenţi verzi sau purpurii, asemănători cu clorofila.

Bacteriile heterotrofe au nevoie de materii organice ca sursă de carbon şi energie. În acest scop, ele utilizează hidraţi de carbon şi aminoacizi, care împreună cu sărurile minerale servesc la sinteza materiilor celulare. Aceste bacterii se împart în: saprofite, care utilizează materii organice moarte şi care joacă rolul principal în procesul de autoepurare şi parazite, care se dezvoltă în corpul organismelor animale şi vegetale şi care apar numai întâmplător în apele poluate; unele sunt patogene, reprezentând un pericol pentru sănătatea omului, dar acestea, în general, nu pot supravieţui mult timp în afara organismului.

Unele bacterii din apă se dezvoltă în prezenţa oxigenului, iar altele în absenţa acestuia. Din acest punct de vedere, se pot deosebi: *aerobe*, care au nevoie de oxigen liber şi care joacă rolul principal în autoepurarea apelor, *anaerobe*, care utilizează în procesele lor metabolice oxigenul combinat chimic (din sulfaţi, azotiţi etc.) şi *facultativ aerobe*, care au posibilitatea să utilizeze atât oxigenul molecular cât şi cel combinat chimic. În procesele de autoepurare a apelor încărcate cu materii organice, intervin toate aceste categorii de bacterii, activitatea unora fiind condiţionată de activitatea altora, succedându-se într-o anumită ordine, în funcţie de natura substanţelor organice, cantitatea lor, condiţiile fizico–chimice şi hidrologice ale apei.

Asimilarea substanţelor organice de către bacterii se realizează prin procese de degradare şi de sinteză, în care produşii rezultaţi sunt utilizaţi la construirea materiei celulare proprii. Sinteza celulară se realizează cu ajutorul energiei produse în procesele de degradare, procese care constau în reacţii de oxidare în cadrul respiraţiei celulare. Respiraţia celulară constă dintr-o serie de dehidrogenări şi din combinarea hidrogenului rezultat cu un acceptor final, care în respiraţia aerobă este oxigenul dizolvat, liber, iar în respiraţia anaerobă o substanţă oarecare.

Bacteriile aerobe sunt, deci, organisme care au posibilitatea de a utiliza oxigenul molecular ca acceptor de hidrogen în procesul respirator, iar bacteriile anaerobe sunt capabile să utilizeze în acest sens o altă substanţă (ionul sulfat, azotat etc.). Bacteriile facultativ aerobe pot utiliza ambele mecanisme.

Treapta anaerobă a autoepurării constă din următoarele transformări principale:

— degradarea proteinelor, a hidraţilor de carbon şi a grăsimilor în compuşi mai simpli;

— transformarea ureei în compuşi de amoniu;

— reducerea sulfaţilor la hidrogen sulfurat, iar a azotaţilor la azotiţi, amoniac şi azot.

În condiţii anaerobe, proteinele se degradează în peptone, polipeptide până la aminoacizi, care se descompun mai departe, dând naştere la diferiţi produşi în diferite condiţii de mediu: acizi graşi, amine, fenoli, crezoli, indol, scatol, mercaptani, hidrogen sulfurat, amoniac, metan, acid carbonic etc.

Între hidraţii de carbon, cea mai cunoscută degradare anaerobă este cea a celulozei din celula vegetală. În această degradare se întâlnesc următoarele faze:

— hidroliza celulozei în celobioză;

— descompunerea celobiozei în glucoză;

— transformarea glucozei în acid tartic;

— formarea diferiţilor produşi finali care variază după căile de fermentare.

În anumite condiţii pot rezulta ca produşi finali: bioxidul de carbon, hidrogenul, acidul acetic, acidul butiric şi acidul formic, iar în alte condiţii pot să apară: bioxidul de carbon, metanul, acidul acetic, acidul butiric sau alteori metan, hidrogen, bioxid de carbon, acid acetic etc.

S-a remarcat faptul că atât din descompunerea anaerobă a celulozei cât şi a proteinelor poate rezulta metan. După unii autori, toate substanţele organice pot fi descompuse în aşa fel încât produsul final să fie metanul şi bioxidul de carbon. Toţi acizii graşi inferiori, alcoolii, cetonele, în condiţii anaerobe, pot fi atacaţi de

metanobacterii, cu producere de metan. În mediul organic de pe fundul unor lacuri, în toate apele poluate cu substanţe organice biodegradabile, în nămolul depus pe fundul bazinelor de decantare au loc procese de fermentare anaerobă cu producere de metan.

Treapta aerobă a autoepurării implică toate grupele de organisme, rolul principal revenind, şi în acest caz, tot bacteriilor.

Descompunerea materiei organice are loc în această treaptă aerobă până la bioxid de carbon şi apă. Dacă în molecula organică se află azot, atunci acesta va fi transformat în amoniac şi mai departe în azotaţi, iar dacă se află sulf sau fosfor, vor apărea prin oxidare sulfaţii şi respectiv fosfaţii. În acest fel, în procesele aerobe oxidarea substanţelor organice este completă, fără apariţia unor produşi intermediari nocivi.

Pe lângă bacterii, un rol deosebit în autoepurare îl au: protozoarele, macrovertebratele şi plantele clorofiliene.

Protozoarele însoţesc întotdeauna bacteriile în apele impurificate cu substanţe organice. Dintre ele, mai importante în procesul de autoepurare sunt: ciliatele, flagelatele. Unii autori consideră că protozoarele au un rol esenţial în procesul de autoepurare, alţii le acordă o importanţă secundară.

Experimental s-a dovedit că bacteriile singure, fără prezenţa protozoarelor, sunt în măsură să ducă până la capăt procesul de epurare a unei ape cu conţinut de materii organice. Pe de altă parte, este dovedit că protozoarele singure nu pot realiza epurarea apei, însă împreună cu bacteriile grăbesc acest proces. Ele au un rol însemnat în adsorbţia coloizilor şi în consumul unor particule organice, contribuind în acest fel la limpezirea apei.

Sunt mulţi autori care consideră că cea mai mare importanţă a protozoarelor ar consta în ingerarea de bacterii. În acest fel, ele ar contribui la menţinerea unui echilibru biologic, în populaţiile respective, împiedicându-le să atingă saturaţia numerică. În aceste condiţii, activitatea metabolică a bacteriilor ar fi stimulată şi menţinută la un nivel înalt.

Macrovertebratele au o importanţă multiplă. Unele, cum sunt spongierii, lameliile branhiate îndeplinesc un rol în filtrarea apei, reţinând chiar particulele solide şi contribuind, astfel, la limpezirea apei şi chiar la o modificare fizico–chimică a acesteia.

Un alt rol important îndeplinit de macrovertebrate este acela de aerare şi de irigare a mâlului de pe fund. Substanţele solubile în apă şi cele gazoase rezultate din descompunerea anaerobă a mâlului ies mai uşor la suprafaţă din stratele mai adânci, când acesta este populat cu larve de macrovertebrate.

Plantele clorofiliene au un rol foarte important în procesul de autoepurare a apelor ca producătoare de oxigen, ca agenţi activi în metabolizarea substanţelor organice şi îndeplinesc un rol complementar în diferite procese care concură în autoepurare.

Astfel, se consideră, pe de o parte că toate algele, inclusiv diatomeele, sunt capabile să absoarbă substanţe organice în stare solvită şi să prelucreze anumiţi produşi intermediari derivaţi din descompunerea protidelor: peptide, aminoacizi, uree, acizi graşi. Pe de altă parte, folosind sărurile minerale pentru hrană, îndeosebi fosfaţi şi azotaţi, plantele autotrofe pot concura la restabilirea echilibrului chimic din apă.

Ţinând seama de aceasta, s-a propus introducerea celei de a treia trepte de epurare a apelor uzate, reprezentată prin instalaţii biologice în care, datorită activităţii plantelor, să se elimine excesul de săruri nutritive de azot şi fosfor care altfel, ajunse în receptor, ar produce fenomenul de înflorire a apei, cu consecinţe negative.

Se mai cunosc şi plante capabile să înmagazineze în ţesuturile lor unele metale grele, cum sunt: cuprul, zincul, nichelul şi altele, contribuind astfel la înlăturarea acestora din apă.

Plantele acvatice, dezvoltate abundent în apele stătătoare şi în râurile cu curs domol, acţionează ca adevărate filtre care reţin particulele organice depuse pe suprafaţa lor. Aici, aceste substanţe sunt mai uşor supuse acţiunii bacteriilor care pot folosi în acest scop oxigenul pus în libertate prin fotosinteza plantelor. De asemenea, plantele servesc ca hrană şi loc de hrană şi adăpost pentru mulţimea animalelor mărunte – crustacee, larve de insecte, moluşte, viermi etc. –, care îşi aduc aportul lor în procesul de autoepurare.

Dar rolul cel mai important al plantelor verzi în autoepurare este acela de oxigenare a apei. Dacă în apele curgătoare procesul de oxigenare se realizează mai ales prin difuzarea aerului atmosferic, în cele stătătoare rolul principal revine plantelor clorofiliene, cu atât mai mult cu cât oxigenul, fiind eliminat de plante în bule foarte mici, se dizolvă uşor în apă.

Un rol aparte îl joacă în procesul de epurare *nămolul de pe fundul apelor* curgătoare sau stătătoare.

Nămolul rezultă din depunerea materialelor solide inerte provenite prin eroziune, din descompunerea cadavrelor de animale şi a resturilor de plante, din produşi de dezasimilaţie a organismelor şi din materiile organice şi minerale aduse de afluenţii reziduali. În apele curgătoare, depunerea lui este mai activă în porţiunile de şes sau de curs domol şi în concavitatea meandrelor. După originea sa, nămolul de pe fundul apelor variază atât ca structură cât şi în compoziţia lui fizico–chimică.

Nămolul de pe fund constituie un material care oferă condiţii fizico–chimice caracteristice, populat cu o biocenoză deosebită de a apei. Între biocenoza apei şi a nămolului există o legătură strânsă, influenţându-se reciproc. În stratul subţire de nămol de la suprafaţă au loc procese fizico–chimice şi biochimice importante. Astfel, oxigenul din apă difuzând în nămol până la o mică adâncime,

determină procesele aerobe de descompunere a materiei organice, pe când în stratele de profunzime au loc procese anaerobe. Gazele care rezultă difuzează treptat în masa apei în anumite condiţii, de exemplu la o creştere bruscă a temperaturii se produc cantităţi mari de gaze, care ridică porţiuni de nămol în masa apei. Consumul de oxigen în astfel de împrejurări este mare, influenţând în mod negativ balanţa oxigenului din apă.

4.4. Epurarea apelor uzate

S-a arătat mai sus că natura acţionează cu mijloace proprii în direcţia menţinerii indicatorilor de calitate ai apelor. Dar, în condiţiile unei poluări tot mai accentuate, indicatorii de calitate nu mai pot fi păstraţi în limitele normale numai prin autoepurare. În aceste condiţii, este necesară intervenţia omului pentru prevenirea şi combaterea poluării. Prevenirea poluării se face mai ales prin măsuri de supraveghere şi control, iar combaterea poluării se realizează prin construcţii, instalaţii, echipamente etc., prin aşa-numitele staţii de epurare a apelor.

Epurarea apelor uzate reprezintă ansamblul de măsuri şi procedee prin care impurităţile de natură chimică (minerală şi organică) sau bacteriologică conţinute în apele uzate sunt reduse sub anumite limite, astfel încât aceste ape să nu mai dăuneze receptorului în care se evacuează şi să nu mai pericliteze folosirea apelor acestuia.

Procesele de epurare sunt, în mare măsură, asemănătoare cu cele care au loc în timpul autoepurării, numai că sunt dirijate de către om şi se desfăşoară cu o viteză mult mai mare. Instalaţiile de epurare sunt realizate tocmai în scopul intensificării şi favorizării proceselor care se desfăşoară în decursul autoepurării.

Procesele de epurare sunt de natură fizico–chimică, chimică şi biologică. În urma aplicării acestor procese rezultă ca principale produse: apele epurate (efluentul epurat) – care sunt evacuate în receptor sau pot fi valorificate în irigaţii sau alte folosinţe –; nămoluri – care sunt îndepărtate din staţie şi valorificate.

Epurarea apelor uzate cuprinde, deci, următoarele două mari grupe de operaţii succesive:

— reţinerea şi/sau transformarea substanţelor nocive în produşi nenocivi;

— prelucrarea substanţelor rezultate sub diverse forme (nămoluri, emulsii, spume etc.) din prima operaţie.

Procedeele de epurare a apelor uzate, denumite după procesele pe care se bazează, sunt:

— procedee mecanice – în care procesele de epurare sunt de natură fizică;

— procedee chimice – în care procedeele de epurare sunt de natură fizico–chimică;

— procedee biologice – în care procesele de epurare sunt atât de natură fizică cât şi biochimică.

Valorificarea sau tratarea în continuare a produselor obţinute la epurare se face utilizând, în mare, aceleaşi procedee mecanice, fizico–chimice şi biologice. În acest sens, se poate da ca cel mai bun exemplu tratarea nămolului provenit din staţiile de epurare orăşeneşti, care se poate realiza prin: deshidratare, fermentare anaerobă, stabilizare aerobă, condiţionare chimică, incinerare etc.

4.5. Reglementări tehnice

Din punct de vedere al reglementărilor tehnice la care trebuie să se conformeze activitatea staţiei de epurare, în afara legislaţiei-cadru (L 137/95 şi L 125/96) menţionate anterior, mai trebuie înserate şi următoarele:

— Decretul 414/1970 – Decret pentru stabilirea valorilor limită admisibile ale principalelor substanţe poluante din apele uzate, înainte de evacuarea acestora – o reglementare mai veche, dar care prezintă limitele unor impurificatori pentru apele uzate, stabilite pe baza gradului de diluţie faţă de emisar. Extrase din decret se prezintă în *Anexa 1*. Acest decret este în curs de actualizare;

— Normativul C 90/1983 – Normativ privind condiţiile de descărcare a apelor uzate în reţelele de canalizare a centrelor populate – reglementare menită să protejeze canalizările şi staţiile de epurare orăşeneşti. Acest normativ impune o preepurare a apelor industriale. Şi acest normativ este în curs de revizuire. Extrase din normativ se prezintă în *Anexa 2*;

— H.G. 138/1994 – Hotărâre privind stabilirea şi sancţionarea contravenţiilor în domeniul apelor. Reglementarea care face referiri directe la staţiile de epurare se regăseşte în articolul 3, prezentat în *Anexa 3*;

— H.G. 127/1994 – Hotărâre privind stabilirea şi sancţionarea unor contravenţii la normele pentru protecţia mediului înconjurător.

Prevederile reglementărilor menţionate indică eficienţa ce trebuie atinsă de staţiile de epurare în reţinerea impurităţilor, eficienţă posibil de atins şi printr-un profesionalism ridicat al operatorilor.

S-a considerat util a prezenta, spre comparaţie, şi prevederile normelor franceze pentru ape uzate. Astfel, prin decretul 94 – 469 din 03.06.1994, Ministerul Mediului din Franţa a promovat exigenţele minimale privind epurarea apelor uzate (tabelul 4.2). O comparaţie între actualele noastre reglementări şi cele franceze (rezultate din Directiva Comunităţii Europene 91/271 din 21 mai 1991) arată necesitatea reactualizării Decretului 414/70 şi, desigur, şi a Normativului C90/83, acţiune care, aşa cum s-a spus, este în curs de derulare.

Tabelul 4.2

Exigențe de epurare minimale

	Parametru	Concentrație maximă	Randament minim	Încărcare în poluanți
		mg/l	%	Număr de locuitori echivalenți
Zona normală cu poluare organică	CBO_5*	25	70	2000—10000
	CBO_5*	25	80	>10000
	CCO*	125	75	indiferent de încărcare
	TSS	35**	90	indiferent de încărcare
Zona sensibilă la azot și/sau fosfor	N_{total}	15	70	10000—100000
	N_{total}	10	70	>100000
	P_{total}	2	80	10000—100000
	P_{total}	1	80	>100000

* pentru lagune: analiza se face pe proba filtrată

** pentru lagune: această valoare este de 150 mg/l

5
EPURAREA MECANICĂ

Metodele de epurare mecanică asigură eliminarea din apele uzate a corpurilor mari vehiculate de acestea, a impurităților care se depun și a celor care plutesc sau pot fi aduse în stare de plutire. Metoda este larg folosită ca epurare prealabilă sau ca epurare unică (finală), în funcție de gradul de epurare necesar, după cum trebuie să fie urmată sau nu de alte trepte de epurare.

5.1. Generalități

În treapta de epurare mecanică se rețin suspensiile grosiere și cele fine. Pentru reținerea lor se utilizează grătarele, sitele, separatoarele de grăsimi, deznisipatorele și decantoarele.

Grătarele rețin corpurile și murdăriile plutitoare aflate în suspensie în apele uzate (cârpe, hârtii, cutii, fibre etc.). Materialele reținute pe grătare sunt evacuate ca atare, pentru a fi depozitate în gropi sau incinerate. În unele cazuri pot fi mărunțite prin tăiere la dimensiunea de 0,5–1,5 mm în dezintegratoare mecanice. Dezintegratoarele se instalează direct în canalul de acces al apelor uzate brute, în așa fel încât suspensiile dezintegrate pot trece prin grătare și pot fi evacuate în același timp cu reținerile.

Sitele cu ochiuri mai mici de 1mm s-au folosit pentru epurarea mecanică a apelor uzate orășenești; din cauza cheltuielilor mari de investiții și exploatare sunt din ce în ce mai rar întrebuințate; ele se folosesc încă pentru eliminarea suspensiilor solide din unele ape uzate industriale, cum sunt cele de la abatoare, creșcătorii de porci, fabrici de conserve de legume și fructe etc.

Separatoarele de grăsimi sau bazinele de flotare au ca scop îndepărtarea din apele uzate a uleiurilor, grăsimilor și, în general, a tuturor substanțelor mai ușoare decât apa, care se ridică la suprafața acesteia în zonele liniștite cu viteze orizontale mici ale apei. Separatoarele de grăsimi sunt amplasate după deznisipatoare, dacă rețeaua de canalizare a fost construită în sistem unitar, și după grătare, când rețeaua a fost construită în sistem divizor și din schemă lipsește deznisipatorul.

Flotarea este folosită drept treaptă suplimentară de epurare, înaintea epurării biologice.

Pentru epurarea apelor uzate industriale, flotarea este utilizată în numeroase cazuri, de exemplu pentru apele provenite din industria petrolieră, minieră, alimentară, în special când apele uzate industriale trebuie să fie tratate biologic, fie separat, fie împreună cu apele uzate orășenești.

Separatoarele de grăsimi pot utiliza pentru îndepărtarea impurităţilor *flotarea naturală sau flotarea cu aer*. Flotarea naturală se realizează în bazine obişnuite, în care, din cauza vitezelor mici cu care se deplasează apa, particulele uşoare se ridică la suprafaţă. Flotarea cu aer poate fi de joasă presiune sau sub presiune; în ultimul caz, bulele de aer introduse în apă aderă la materialul în suspensie şi ajută la deplasarea la suprafaţa lichidului a particulelor solide sau coloidale aflate în masa acesteia.

Procedeele de flotare sunt utilizate şi pentru îndepărtarea din apă a particulelor mai grele decât aceasta (exemplu sterilul de la prelucrarea minereurilor).

Deznisipatoarele sunt indispensabile unei staţii de epurare, în condiţiile în care există un sistem de canalizare unitar, deoarece nisipurile sunt aduse în special de apele de ploaie. Nisipul nu trebuie să ajungă în treptele avansate ale staţiei de epurare, pentru a nu apărea inconveniente, cum ar fi:

— deteriorarea instalaţiilor de pompare;
— dificultăţi în funcţionarea decantoarelor;
— reducerea capacităţii utile a rezervoarelor de fermentare a nămolurilor şi stânjenirea circulaţiei nămolurilor.

Deznisipatoarele trebuie să reţină prin sedimentare particule mai mari de 0,2 mm; în acelaşi timp, trebuie să se evite depunerea materialelor organice, pentru a nu se produce fermentarea lor.

Decantoarele sunt construcţii în care sedimentează cea mai mare parte a materiilor în suspensie din apele uzate.

Întrucât procesul de separare prin sedimentare este deosebit de important în epurarea apelor uzate, sunt prezentate, în continuare, câteva elemente de bază referitoare la reţinerea suspensiilor prin sedimentare.

5.2. Reţinerea suspensiilor prin sedimentare

Sedimentarea este procesul de separare din apele uzate a particulelor solide prin depunere gravitaţională. Ca urmare a separării prin sedimentare a suspensiilor, se formează două straturi: unul limpede, lipsit de suspensii sau cu suspensii cât mai puţine, numit şi decantat (deasupra) şi altul de suspensii îngroşate (dedesubt), numit, de multe ori, nămol.

În epurarea apelor uzate, în anumite situaţii, poate fi mai importantă fie funcţia de limpezire, fie cea de îngroşare. În raport cu aceasta, utilajul în care se realizează sedimentarea se poate numi generic: clarificator (limpezitor), decantor sau îngroşător.

Prin sedimentare se îndepărtează atât suspensiile (particulele) de natură organică, cât şi cele anorganice. Totodată, se pot separa şi coloizii, dacă în prealabil au fost trataţi cu agenţi coagulanţi pentru destabilizare.

Procesul de separare prin sedimentare poate fi considerat că se desfăşoară în coformitate cu patru tipuri, numite: tip I, tip II, sedimentare în masă (frânată) şi tasare.

Sedimentarea tip I. Tipul I de sedimentare se referă la separarea particulelor ce nu se asociază (floculează) şi care se află într-o suspensie diluată. Întrucât particulele în căderea lor liberă prin fluid nu se grupează, sedimentarea se cheamă şi discretă. Fiecare particulă are drumul său propriu, nestânjenindu-şi în deplasare vecinii. În aceste condiţii, sedimentarea depinde numai de proprietăţile fluidului şi de caracteristicile particulelor. Sedimentarea materialelor grele inerte (cum sunt particulele de nisip) poate constitui un exemplu de astfel de sedimentare.

O particulă discretă pusă într-un lichid liniştit, dacă are greutatea specifică mai mare decât a acestuia, se va deplasa de sus în jos prin lichid. În timpul deplasării, asupra ei acţionează două forţe: una de greutate datorită atracţiei gravitaţionale şi alta de frecare, datorită mişcării ei prin lichid. La începutul mişcării, particula va cădea accelerat, datorită greutăţii, dar treptat, forţa de greutate va fi echilibrată de forţa de frecare, moment în care particula începe să cadă cu viteză uniformă (fig. 5.1).

Viteza de cădere a particulei depinde de proprietăţile lichidului şi de caracteristicile particulei. Astfel, ea este cu atât mai ridicată cu cât diferenţa dintre densitatea particulei şi a lichidului este mai mare şi cu cât diametrul particulei creşte. Cu cât fluidul are o viscozitate mai mare, particula cade mai greu, deci are o viteză de cădere mai mică.

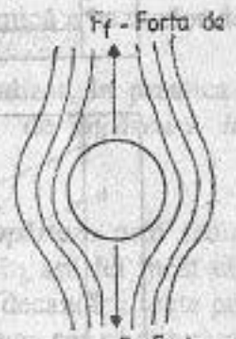


Fig. 5.1. Forţele care acţionează asupra particulei.

Particulele discrete sedimentează cu viteză constantă, cu condiţia ca temperatura apei să nu se modifice. Cunoaşterea acestei viteze este esenţială pentru construirea unui bazin de sedimentare (decantor). Pentru a ilusta aceasta, se va urmări funcţionarea unui decantor ideal. Să presupunem că în fig. 5.2, *a* este reprezentat un bazin de sedimentare ideal cu curgerea continuă, orizontală. Acest bazin poate fi împărţit în patru zone distincte: *intrare*, *sedimentare*, *evacuare* şi *zona pentru nămol*.

În zona de intrare, apa influentă care conţine particule în suspensie se distribuie uniform pe tot secţiunea transversală a bazinului; în acest fel, în zona de sedimentare curgerea este uniformă şi orizontală. În zona de sedimentare are loc căderea particulei o dată cu deplasarea ei orizotală în curentul de apă. În zona de evacuare, efluentul este colectat de pe toată secţiunea transversală şi îndreptat spre

deversare. Zona de nămol este prevăzută pentru colectarea nămolului depus – în zona de sedimentare – pe radierul decantorului.

Se consideră o suspensie diluată de particule care sedimentează discret. Viteza de sedimentare este V_s, iar viteza cu care particula se deplasează pe orizontală este V_c. Cele două viteze V_s şi V_c dau o componentă V, care imprimă particulei o mişcare generală, ilustrată în fig. 5.2. Unele particule pot avea viteza de sedimentare mai mare, altele mai mică, în funcţie de dimensiune şi densitate. Fie două particule care sedimentează diferit cu V_s' şi respectiv V_s'' (unde $V_s'<V_s''$). În

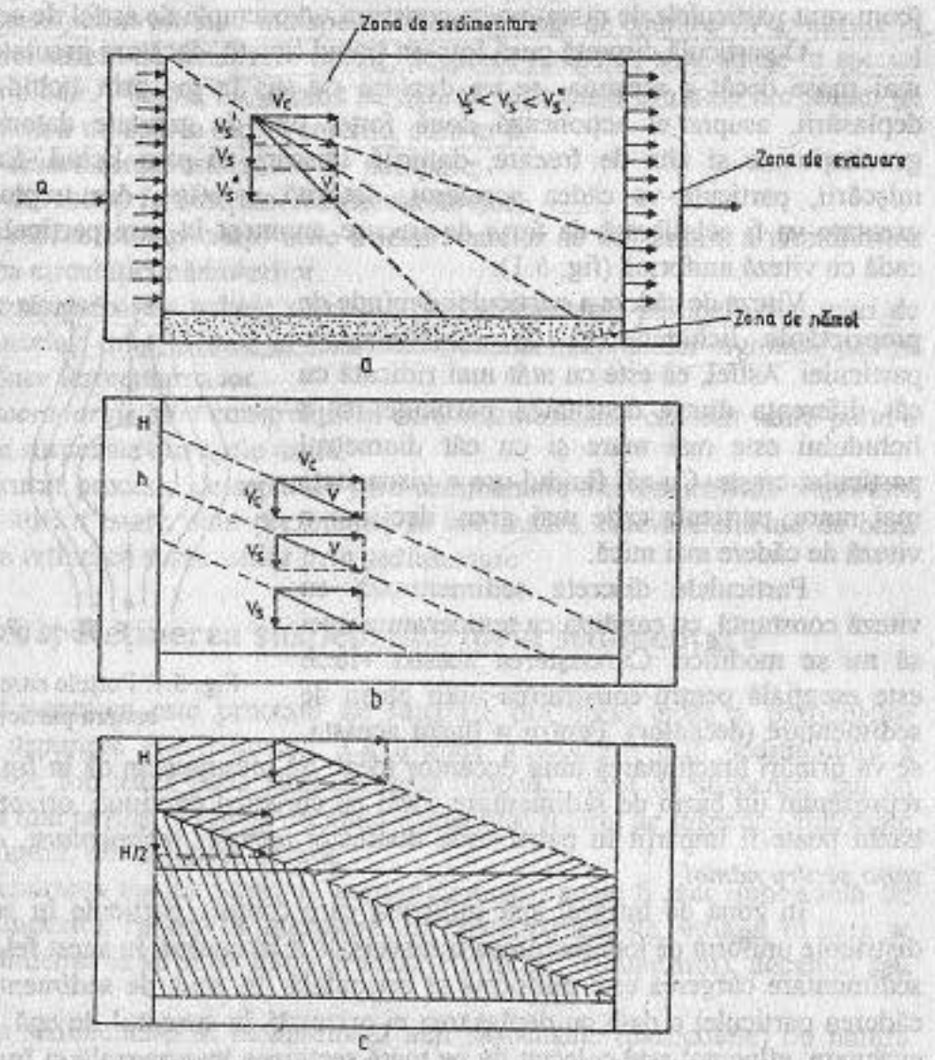


Fig. 5.2. Reprezentarea schematică a decantării particulelor individuale.

mişcarea lor, particulele pot să atingă zona de nămol şi să se îndepărteze cu nămolul sau pot fi evacuate în efluent fără să se depună. Desigur că se depun cu mai multă uşurinţă particulele mai grele, care au viteza de sedimentare mai mare.

În continuare, se analizează o suspensie de particule uniforme, care sedimentează discret, toate cu aceeaşi viteză V. Între aceste particule, unele sedimentează la limită, atingând zona de nămol la evacuarea din decantor (în colţul din dreapta jos). Să presupunem că o astfel de particulă, care sedimentează la limită, a fost iniţial, la intrarea în decantor, la înălţimea h (vezi fig. 5.2, *b*). Este evident că toate particulele care se află iniţial la intrarea în decantor la o înălţime mai mică decât h se vor depune, iar celelalte particule, care se află la înălţime mai mare decât h, nu vor atinge radierul şi vor trece în zona de evacuare a efluentului.

Se consideră acum modificarea bazinului de sedimentare, prin adăugarea unui planşeu fals la adâncimea de $H/2$ (vezi fig. 5.2, *c*). Caracteristicile curgerii rămân aceleaşi, precum şi celelalte dimensiuni ale bazinului. Deşi viteza de sedimentare a particulelor este aceeaşi, totuşi se îndepărtează mult mai multe particule, datorită faptului că adâncimea care trebuie străbătută s-a redus la jumătate, iar suprafaţa decantorului a fost dublată. Deci, economic, este preferabilă, pentru separarea particulelor discrete, o adâncime mică a bazinelor de sedimentare şi o suprafaţă mare a acestora.

Ca urmare a celor de mai sus s-a generalizat, în practica proiectării şi construcţiei bazinelor de decantare, parametrul de *încărcare hidraulică de suprafaţă*.

Ce semnificaţie are acest parametru ?

Se presupune că se urmăreşte să se îndepărteze prin sedimentare toate particulele care se găsec în suspensie în influent, în aşa fel încât efluentul să fie lipsit de suspensii. Aceasta înseamnă că pe durata decantării toate particulele care se află iniţal la intrarea în decantor în colţul din stânga sus să atingă zona de nămol în colţul din dreapta jos (vezi fig. 5.2, *a*). Cu alte cuvinte, pe durata decantării, să străbată pe verticală distanţa H (înălţimea decantorului).

Ţinând seama de cele de mai sus, se poate scrie relaţia:

$$H = V_s t_d , \tag{5.1}$$

în care: V_s este viteza de sedimentare, în m/h;

t_d – durata de decantare, în h.

În acelaşi timp, pentru durata de decantare, t_d, este valabilă şi relaţia generală dintre debit şi volum:

$$t_d = \frac{V_d}{Q} , \tag{5.2}$$

în care: V_d este volumul decantorului, în m^3;

Q – debitul influent decantorului, în m^3/h.

În cazul de față, pentru V_d se poate scrie relația:

$$V_d = A \cdot H, \tag{5.3}$$

în care A este aria suprafeței de decantare.

Dacă se înlocuiește (5.3) în (5.2) și se ține seama de (5.1) se obține:

$$V_s = \frac{Q}{A} = V_0. \tag{5.4}$$

Viteza V_0 obținută cu relația (5.4) se numește încărcarea hidraulică de suprafață (încărcare superficială). După cum se poate vedea, acest parametru reprezintă viteza de sedimentare a particulelor care se depun la limită. Toate particulele care au viteze mai mici decât V_0 vor fi eliminate din decantor cu efluentul.

Sedimentarea tip II. În situația în care particulele din suspensie au tendința să se asocieze unele cu altele (să floculeze) procesul de separare diferă de cel discutat anterior. În acest caz, particulele mai grele, având viteze de sedimentare mai mari, ajung din urmă și se unesc cu cele mai mici, formând flocoane mai mari cu viteză de depunere crescută. Probabilitatea contactului între particule crește pe măsură ce adâncimea stratului de apă este mai mare. Ca rezultat, îndepărtarea materiilor în suspensie depinde nu numai de încărcarea hidraulică de suprafață, dar și de adâncimea stratului de apă.

Întrucât abordarea matematică a acestui tip de sedimentare este dificilă, pentru necesitățile de proiectare se face apel la determinări experimentale. Metoda standard prevede, în acest sens, studierea procesului de sedimentare într-o coloană prevăzută cu ștuțuri pentru recoltarea probelor. Probele se prevalează la intervale de timp adecvate de la diferite adâncimi. Se determină concentrația suspensiilor în aceste probe și cu rezultatele obținute se calculează procentajul suspensiilor îndepărtate.

Sedimentarea în masă (frânată). În cazul unei suspensii concentrate ale cărei particule se asociază, sedimentarea se deosebește mult de cea a particulelor discrete. În această situație, particulele sunt apropiate unele de altele, se unesc în cădere, se stânjenesc, se deplasează de sus în jos „în masă". La rândul său, lichidul are o deplasare de jos în sus printre particulele asociate, ceea ce frânează sedimentarea, motiv pentru care această sedimentare mai are și denumirea generică de „frânată".

Pentru a înțelege mai bine această sedimentare, să urmărim un test experimental realizat într-o coloană cilindrică în care s-a introdus o suspensie de o concentrație anumită. Fenomenele care au loc în coloană sunt reprezentate schematic în fig. 5.3.

Inițial, coloana conține suspensia care are o concentrație uniformă. Imediat după ce începe sedimentarea se formează la o adâncime un plan de separare, deasupra căruia există o zonă limpede, iar dedesubt o zonă cu suspensie a

cărei concentrație tinde să crească pe măsură ce planul de separație se deplasează de sus în jos. Determinările experimentale au dovedit că zona de suspensie este formată, la rândul ei, din trei subzone:

— subzona concentrației uniforme, imediat sub planul de separare;

— subzona de tranziție;

— subzona de tasare.

În subzona concentrației uniforme are loc sedimentarea „în masă" a particulelor. Pentru studiul acestui gen de sedimentare se folosește viteza de deplasare a planului de separare apă–suspensie. S-a dovedit experimental că această viteză de deplasare (de fapt de sedimentare) V_s este o funcție de concentrația suspensiilor:

Fig. 5.3. Reprezentarea schematică a sedimentării „în masă" („frânată")

$$V_s = f(C), \tag{5.5}$$

în care C se referă la concentrația suspensiilor exprimate ca substanță uscată.

Valoarea vitezei de sedimentare V_s se determină experimental prin măsurarea distanței pe care se deplasează planul de separare apă–suspensie și raportarea acestei distanțe la timpul în care s-a realizat deplasarea. Viteza de sedimentare se utilizează la calculul ariei necesare unui decantor, utilizându-se relația:

$$A = \frac{Q}{V_s}, \tag{5.6}$$

în care: A este suprafața zonei de sedimentare, în m^2;

Q – debitul influent decantorului, în m^3/h;

V_s – viteza de sedimentare, în m/h.

Raportul dintre debitul influent Q și aria suprafeței decantorului, A, ar putea reprezenta, de fapt, o viteză de curgere a apelor în decantor de jos în sus, conform relației:

$$V_c = \frac{Q}{A}. \tag{5.7}$$

Având în vedere relațiile (5.6) și (5.7) rezultă că:

$$V_s = \frac{Q}{A} = V_e \qquad (5.8)$$

ceea ce înseamnă că pentru a se putea realiza sedimentarea suspensiilor, viteza de deplasare a planului de separare de sus în jos trebuie să fie egală cu viteza cu care curge apa printre flocoane de jos în sus. În subzona de tasare, particulele se suportă mecanic unele pe altele, se comprimă, de unde şi numele de zonă de comprimare.

Tasarea nămolului. Dacă se realizează decantarea în mod discontinuu (deci nu se mai introduce suspensie în cilindru), planul de separaţie se deplasează tot mai mult spre baza cilindrului. Toate cele trei subzone din zona de suspensie se unesc, rămânând în final doar cele două zone distincte: cea de lichid limpezit şi cea de nămol tasat. Tasarea suspensiei la fundul bazinului este extrem de lentă, deoarece lichidul care este dislocat trebuie să se scurgă printr-un spaţiu poros în continuă reducere. Porozitatea sedimentului depus este minimă în porţiunea cea mai de jos a stratului de suspensie, datorită compresiunii ce rezultă din greutatea particulelor suportate deasupra şi deoarece timpul de tasare al acestei porţiuni inferioare este maxim.

5.3. Construcţii şi instalaţii pentru epurarea mecanică şi mecano–chimică

Pentru realizarea epurării mecanice se folosesc: grătarele, deznisipatoarele, separatoarele de grăsimi şi decantoarele, iar pentru realizarea epurării mecano-chimice – instalaţii de coagulare-floculare.

Grătarele. După mărimea interspaţiilor, grătarele pot fi clasificate astfel:

— grătare rare cu interspaţii de 40–50 mm (uneori şi 100 mm). Barele sunt înclinate la 1/3, iar viteza de curgere a apei prin grătare se menţine în jur de 60–100 cm/s, pentru a evita depunerile; materiile reţinute pe grătarele rare se ridică la 2–3 l/persoană şi an. Curăţirea poate fi manuală dar e preferabilă cea mecanizată;

— grătarele dese (obişnuite), cu interspaţii de 20 mm şi chiar mai mici. Se întrebuinţează în cazul în care staţiile posedă instalaţii mai sensibile, care pot fi dereglate sau înfundate de corpurile plutitoare. Înclinarea barelor e mult mai mică (uneori chiar nulă). Cantitatea de materii reţinute este mult mai mare, 5–10 l/persoană şi an, şi necesită neapărat un dispozitiv de curăţire mecanizat, care să fie pus în funcţiune automat, în funcţie de pierderea de presiune a apei la trecerea prin grătare (supraînălţare).

Curăţirea grătarelor se poate realiza manual sau mecanic. Curăţirea manuală se foloseşte în cazul instalţiilor mai mici, cu cantităţi reduse de materii

reţinute. Se efectuează cu grebla de mână, de pe o platformă situată deasupra nivelului maxim al apei.

Curăţirea mecanică se utilizează când cantităţile de materii reţinute sunt atât de mari încât necesită curăţirea lor frecventă sau chiar continuă. Tipurile de grătare cu curăţire mecanică diferă în funcţie de dimensiunile canalului şi nivelul apei.

Pentru canale de adâncime mai mică, până la 1m, se utilizează grătarul curb, cu greblă de curăţire rotativă.

Pentru adâncimi mai mari ale apei se folosesc grătare drepte, cu greble de curăţire cu mişcare de translaţie (fig. 5.4).

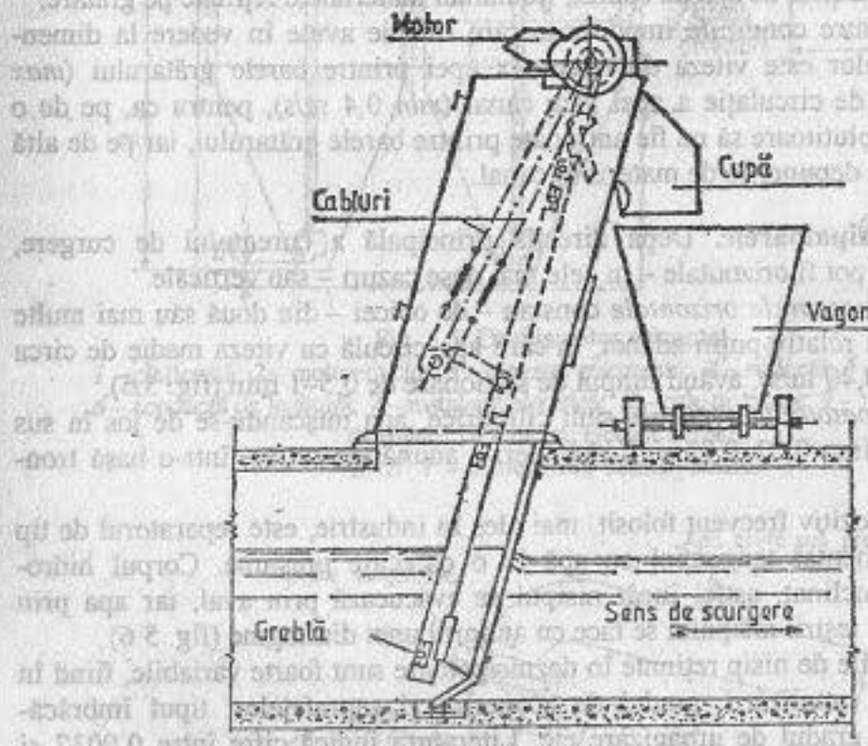


Fig. 5.4. Grătar automat drept.

După mărimea grătarelor şi gradul de mecanizare adoptat pentru staţia de epurare, reţinerile de pe grătare pot fi transportate mecanic, hidraulic sau manual, sortate în vederea recuperării materialelor feroase, fărâmiţate şi reintroduse în apă, respectiv compostate, incinerate sau îngropate.

Tăierea şi fărâmiţarea materialelor reţinute pe grătare se poate efectua cu instalaţii aşezate în curentul apei sau în afara sa. Instalaţiile montate în curentul apei prezintă avantaje de ordin igienic–sanitar.

Mărunţirea materialului în curentul apei se realizează cu echipamente de tipul griductor sau cominutor. La debite mici şi mijlocii, acestea se montează astfel încât întreg curentul de apă trece prin instalaţia de mărunţit, antrenând astfel şi corpurile mari care trebuie fărâmiţate.

Pentru debite mari, utilajele de mărunţit în curent se montează însoţite de grătare cu bare orizontale şi curăţire mecanică cu greblă rotativă. În acest caz, reţinerile de pe grătare sunt culese de o greblă rotativă, cu ax de rotaţie vertical, şi transportate lateral spre utilajul pentru mărunţirea materialului aşezat sub nivelul apei.

Se mai folosesc şi pompe înzestrate cu dispozitive de fărâmiţare, în care pot intra fie tot debitul de apă de epurat, fie numai materialele reţinute pe grătare.

Una dintre condiţiile importante care trebuie avute în vedere la dimensionarea grătarelor este viteza de trecere a apei printre barele grătarului (*max* 1 m/s) şi viteza de circulaţie a apei prin canal (*min* 0,4 m/s), pentru ca, pe de o parte, corpurile plutitoare să nu fie antrenate printre barele grătarului, iar pe de altă parte, să se evite depunerile de materii în canal.

Deznisipatoarele. După direcţia principală a curentului de curgere, deznisipatoarele pot fi orizontale – în cele mai dese cazuri – sau verticale.

Deznisipatoarele orizontale constau – de obicei – din două sau mai multe canale înguste şi relativ puţin adânci, în care apa circulă cu viteza medie de circa 0,30 m/s (0,20–0,40 m/s), având timpul de staţionare de 0,5–1 min (fig. 5.5).

Deznisipatoarele verticale sunt cilindrice, apa mişcându-se de jos în sus cu o viteză de circa 0,02–0,05 m/s, depunerile adunându-se jos, într-o bază tronconică.

Un dispozitiv frecvent folosit, mai ales în industrie, este separatorul de tip hidrociclon, alimentat tangenţial cu apă la o oarecare presiune. Corpul hidrociclonului este înclinat, astfel încât nisipul se evacuează prin aval, iar apa prin amonte. Reglajul ieşirii nisipului se face cu ajutorul unei diafragme (fig. 5.6).

Cantităţile de nisip reţinute în deznisipatoare sunt foarte variabile, fiind în funcţie de tipul canalizării, gradul de acoperire al suprafeţelor, tipul îmbrăcăminţilor rutiere, gradul de urbanizare etc. Literatura indică cifre între 0,0037 şi 0,075 m^3 nisip /1000 m^3 apă pentru canalizarea în sistem unitar şi între 0,0057 şi 0,036 m^3 nisip /1000 m^3 apă pentru sistemul divizor. Normativul românesc pentru proiectare indică 0,21/om şi zi la o greutate volumetrică a nisipului de 1,5 t/m^3.

Curăţirea de nisip a deznisipatoarelor se poate face fie manual la instalaţiile mici, fie hidraulic sau mecanic la debite mari. Echipamentele mecanice de deznisipare se montează în cazurile în care: debitul este mare, cantităţile de nisip sunt mari sau deznisipatorul este construit adânc sub teren şi înlăturarea manuală este dificilă.

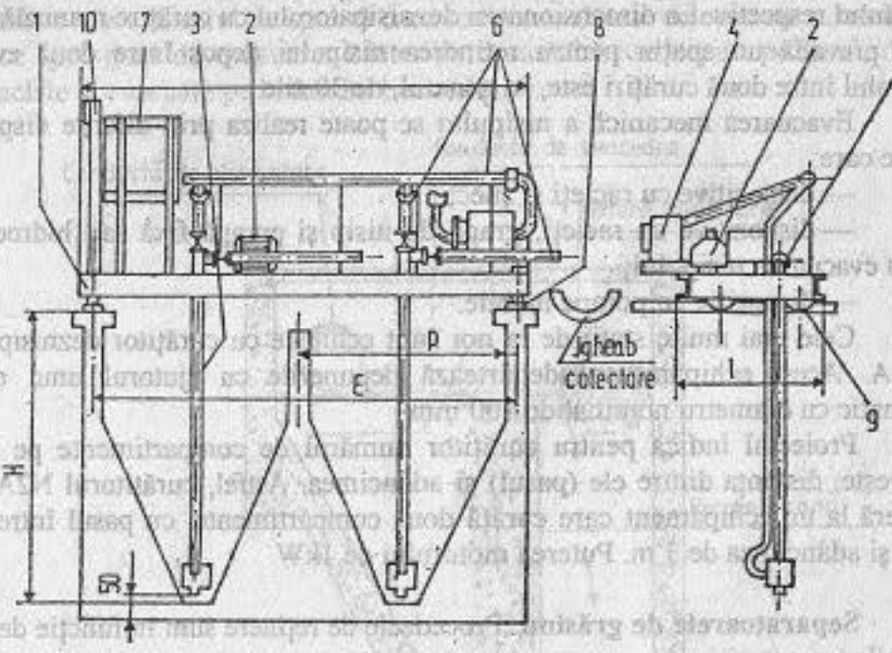


Fig. 5.5. Deznisipator orizontal:
1 – platformă; *2* – motoreductor, *3* – elevator pneumatic; *4* – suflantă; *5* – robinet; *6* – conductă de legătură; *7* – instalaţie electrică; *8* – cale de rulare; *9* – mecanism de rulare; *10* – racord electric aerian.
E; H; P – dimensiuni standardizate.

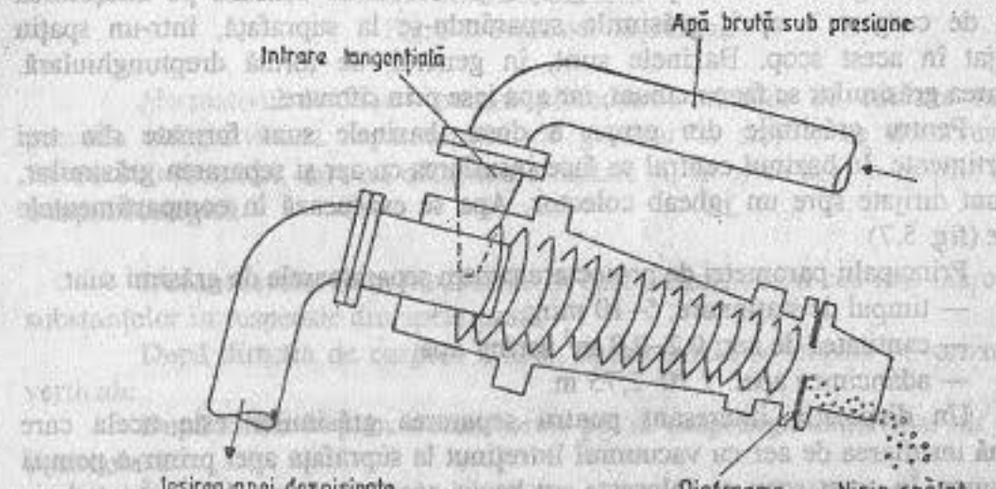


Fig. 5.6. Deznisipator cu hidrociclon.

Evacuarea manuală se realizează după scoaterea din funcțiune a compartimentului respectiv. La dimensionarea deznisipatorului cu curățire manuală trebuie să se prevadă un spațiu pentru reținerea nisipului depus între două evacuări. Intervalul între două curățiri este, în general, de 30 zile.

Evacuarea mecanică a nisipului se poate realiza prin diferite dispozitive, printre care:

— dispozitive cu racleți și șnec;

— dispozitive cu racleți, grapă de nisip și pompă fixă sau hidroelevator pentru evacuarea nisipului;

— dispozitiv cu pompe mobile.

Cele mai multe stații de la noi sunt echipate cu curățitor deznisipator de tip NA. Acest echipament îndepărtează depunerile cu ajutorul unui elevator pneumatic cu diametru nominal de 100 mm.

Proiectul indică pentru curățitor numărul de compartimente pe care le deservește, distanța dintre ele (pasul) și adâncimea. Astfel, curățitorul N2A 2, 5/3 se referă la un echipament care curăță două compartimente, cu pasul între ele de 2,5 m și adâncimea de 3 m. Puterea motorului de 1kW.

Separatoarele de grăsimi. Procedeele de reținere sunt în funcție de natura grăsimilor, respectiv:

— grăsimi libere, care au tendința de a se ridica la suprafața apei;

— grăsimi sau săpunuri, aflate în dispersie coloidală sau sub formă de emulsii, care în mod normal nu au tendința de a se ridica la suprafață;

— gudroane care au tendința de a se depune.

Pentru grăsimile din prima grupă, procedeul se bazează pe micșorarea vitezei de curgere a apei, grăsimile separându-se la suprafață, într-un spațiu amenajat în acest scop. Bazinele sunt, în general, de formă dreptunghiulară. Evacuarea grăsimilor se face manual, iar apa iese prin sifonare.

Pentru grăsimile din grupa a doua, bazinele sunt formate din trei compartimente. În bazinul central se face insuflarea cu aer și separarea grăsimilor, care sunt dirijate spre un jgheab colector. Apa se evacuează în compartimentele laterale (fig. 5.7).

Principalii parametri de proiectare pentru separatoarele de grăsimi sunt:

— timpul de staționare: 5–10 min;

— cantitatea de aer: 0,2–0,8 m^3 aer/m^3 apă;

— adâncimea apei: 1,20–2,75 m.

Un dispozitiv interesant pentru separarea grăsimilor este acela care combină insuflarea de aer cu vacuumul întreținut la suprafața apei printr-o pompă de vacuum. În acest scop se folosește un bazin acoperit etanș. Apa care trebuie epurată se preaerează și se introduce la semiînălțimea bazinului. Bulele de aer care

se formează se ridică la suprafață, antrenând cu ele materiile flotante și cele decantabile ușor. Stratul de spumă care se formează este colectat de o lamă care îl conduce spre gura de evacuare. Materiile decantabile se depun pe fund, de unde sunt raclate și evacuate pe la fundul bazinului.

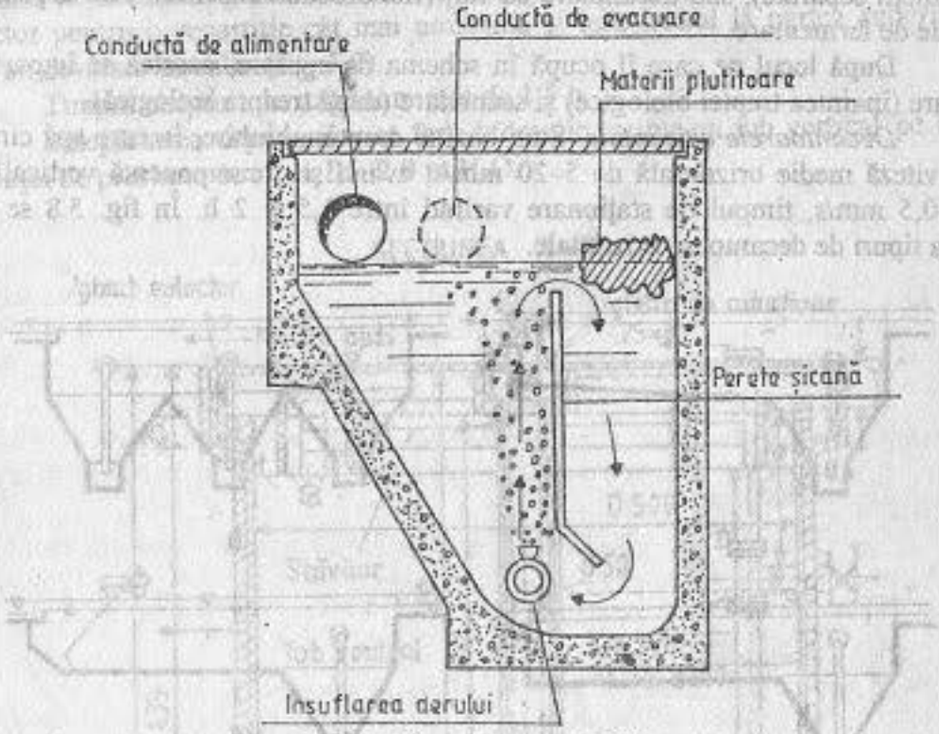


Fig. 5.7. Separator de grăsimi.

Normativul P 28–64 pentru proiectarea stațiilor de epurare mecanică prevede obligativitatea separatorului de grăsimi la stațiile ce deservesc peste 50–60 000 locuitori, care au decantoare radiale și, în orice caz, la stațiile ce au și treaptă biologică.

Decantoarele. Sunt instalațiile în care sedimentează cea mai mare parte a substanțelor în suspensie din apele uzate.

După direcția de curgere a apei, decantoarele se împart în: orizontale și verticale.

După forma în plan, decantoarele pot fi: dreptunghiulare (mai rar pătrate) și circulare.

În mod uzual, la noi au căpătat denumirea de „decantoare orizontale" decantoarele cu circulație orizontală a apei și având forma dreptunghiulară; de

asemenea, se denumesc „decantoare radiale" decantoarele cu circulaţie orizontală a apei, dar având forma circulară.

Din punct de vedere al prelucrării nămolului reţinut în decantoare, acestea se pot împărţi în decantoare fără spaţiu de fermentare (fermentarea se face în construcţii separate), sau decantoare cu etaj (Imhoff sau Emscher), care cuprind şi spaţiile de fermentare.

După locul pe care îl ocupă în schema de epurare, acestea se împart în: primare (înaintea treptei biologice) şi secundare (după treapta biologică).

Decantoarele orizontale. Sunt bazine dreptunghiulare, în care apa circulă cu o viteză medie orizontală de 5–20 mm/s, având şi o componentă verticală de 0,05–0,5 mm/s, timpul de staţionare variind între 1,5 şi 2 h. În fig. 5.8 se dau câteva tipuri de decantoare orizontale.

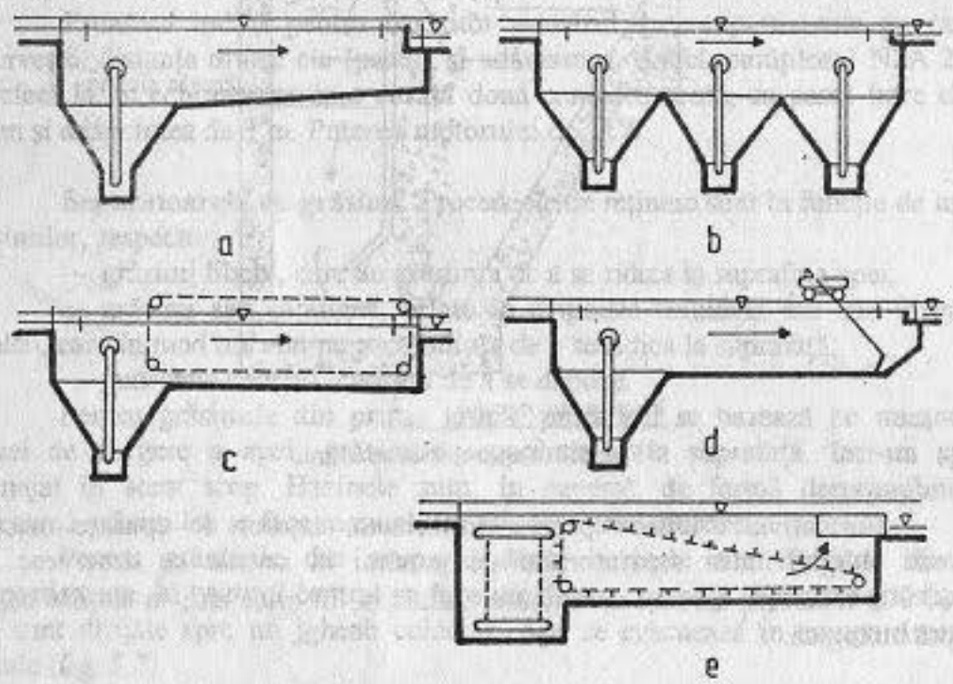


Fig. 5.8. Decantoare orizontale (scheme).

Colectarea depunerilor la pâlnia din capul amonte se face de câteva ori pe zi, pentru a împiedica fermentarea lor, folosindu-se mijloace hidraulice sau mecanice.

Pentru echiparea decantoarelor orizontale (longitudinale) primare I.S.L.G.C. a proiectat (Proiect M 1285) raclorul DLP, în mai multe tipodimensiuni, în funcţie de lăţimea podului, care este cuprinsă între 3 şi 9 m. Astfel DLP–7 se

referă la raclorul cu lăţimea de 7 m. Puterea de antrenare depinde de tipul raclorului şi este cuprinsă între 0,32 şi 0,5 kW.

Decantoarele verticale. Sunt bazine cu secţiune circulară, mai rar pătrată, în care apele circulă de jos în sus cu o viteză ascensională de circa 0,7 mm/s. Apa pătrunde în decantor printr-un tub central, prevăzut la partea inferioară cu un deflector pentru o repartiţie cât mai uniformă şi iese lateral la partea superioară peste un deversor circular (fig. 5.9).

Timpul obişnuit de staţionare este de 1,5 h.

Îndepărtarea depunerilor se face hidraulic, printr-un tub vertical pe baza diferenţei de presiune de circa 1,5–2,0 m H_2O.

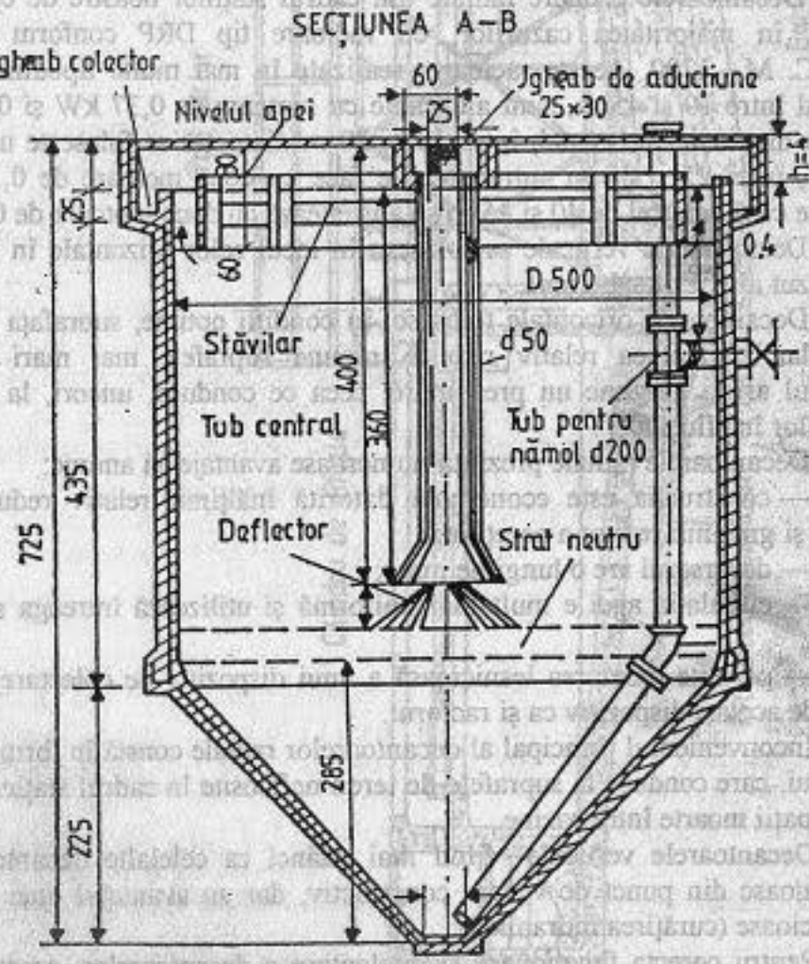


Fig. 5.9. Decantor vertical.

Decantoarele radiale. Sunt în prezent cele mai folosite pentru instalaţiile mari. Sunt bazine cilindrice, cu adâncimea apei de 3–4 m, care se dimensionează pe baza timpului de staţionare (1,5–2 h) şi a încărcării superficiale (v. STAS 4162-82). Ele reprezintă un dispozitiv foarte raţional, în care apa circulă radial de la centru spre periferie, având progresiv viteze din ce în ce mai mici, pe măsură ce scad şi dimensiunile particulelor care urmează a se depune (fig. 5.10).

Curăţirea depunerilor se face printr-un pod raclor rulant, cu răzuitoare de fund, care conduce nămolul spre başa centrală, de unde este evacuat prin pompare. Mişcarea podului este continuă sau intermitentă. Mecanismul de comandă a raclorului poate fi central sau periferic.

Decantoarele primare radiale din cadrul staţiilor noastre de epurare sunt echipate, în majoritatea cazurilor, cu racloare tip DRP conform proiectului I.S.L.G.C. M – 1200. Aceste racloare, realizate în mai multe tipodimensiuni, cu diametrul între 10 şi 45 m, sunt antrenate cu motoare de 0,37 kW şi 0,55 kW, în raport cu dimensiunea. Astfel, între 10 şi 20 m diametru se foloseşte un motor de 0,37 kW, între 25 şi 35 m antrenarea se face cu două motoare de 0,37 kW, iar racloarele cu diametrul de 40 şi 45 m se antrenează cu două motoare de 0,55 kW.

Decantoarele verticale se folosesc în locul celor orizontale în terenuri cu nivel scăzut al apelor subterane.

Decantoarele orizontale folosesc, în condiţii optime, suprafaţa teritoriului staţiei, dar adâncimea relativ redusă impune suprafeţe mai mari construite. Deversorul are o lungime nu prea mare, ceea ce conduce, uneori, la antrenarea suspensiilor în efluent.

Decantoarele radiale prezintă numeroase avantaje, şi anume:

— construcţia este economică datorită înălţimii relativ reduse, formei circulare şi grosimii reduse a pereţilor;

— deversorul are o lungime mare;

— circulaţia apei e mult mai uniformă şi utilizează întreaga suprafaţă a bazinului;

— permite montarea lesnicioasă a unui dispozitiv de colectare a spumei, acţionat de acelaşi dispozitiv ca şi raclorul.

Inconvenientul principal al decantoarelor radiale constă în forma circulară a bazinului, care conduce la suprafeţe de teren nefolosite în cadrul staţiei, deoarece implică spaţii moarte între bazine.

Decantoarele verticale – fiind mai adânci ca celelalte decantoare – sunt dezavantajoase din punct de vedere constructiv, dar au avantajul unei exploatări mai lesnicioase (curăţirea hidraulică).

Pentru corecta funcţionare şi exploatare a decantoarelor, acestea trebuie echipate cu instalaţii corespunzătoare pentru:

— distribuţia egală a debitului total între bazinele de decantare;

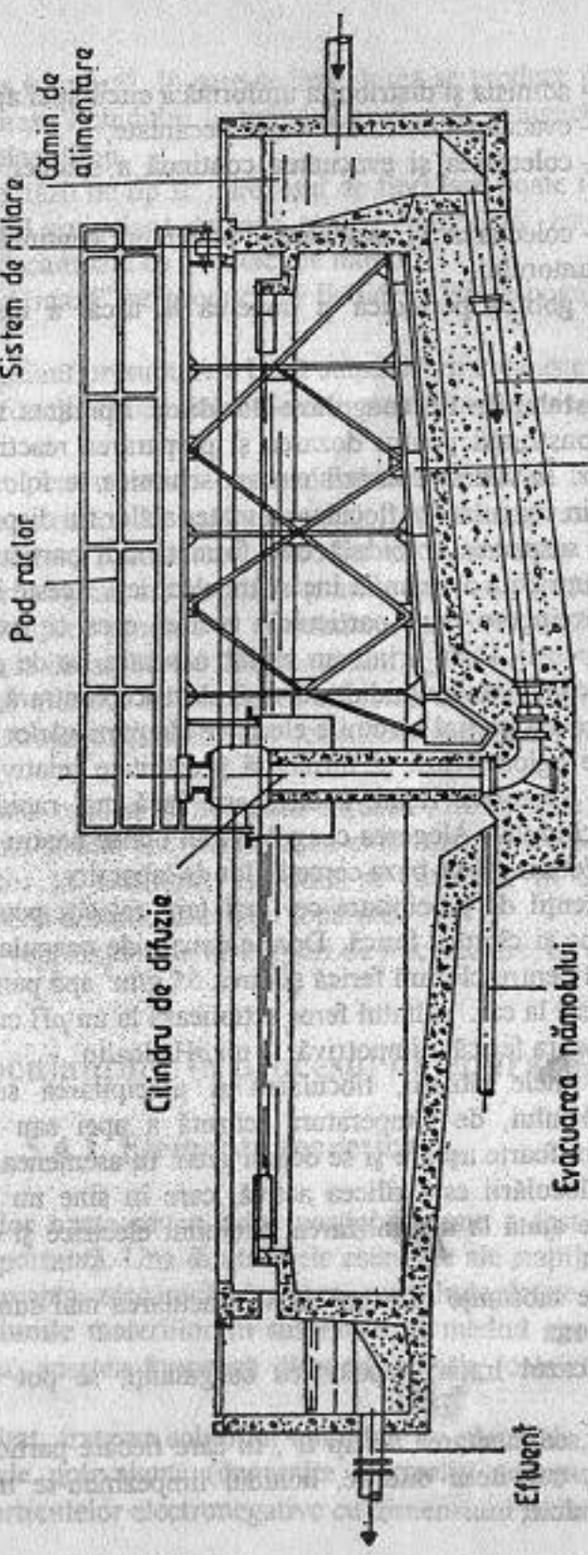


Fig. 5.10. Decantor radial cu raclor cu comandă periferică.

— admisia şi distribuţia uniformă a circulaţiei apei în decantor;
— evacuarea uniformă a apei decantate;
— colectarea şi evacuarea continuă a spumei de pe suprafaţa apei din decantor;
— colectarea şi evacuarea, preferabil continuă, a nămolului depus pe fundul decantorului;
— golirea periodică şi punerea la uscat a instalaţiei pentru revizie şi reparaţii.

Instalaţiile de coagulare-floculare. Epurarea mecano–chimică se realizează în construcţii pentru dozarea şi prepararea reactivilor şi pentru flocularea suspensiilor. În cadrul epurării mecano–chimice se folosesc reactivi pentru îndepărtarea prin coagulare şi floculare a materialelor fin dispersate şi a celor coloidale.

O suspensie coloidală este formată din particule extrem de mici, care posedă la suprafaţă o anumită încărcare electrică. Aceste încărcări electrice induc o forţă de respingere între particulele vecine, ceea ce explică marea stabilitate a acestor suspensii. Dacă printr-un mijloc oarecare, ca de pildă modificarea *p*H-ului sau introducerea unui coloid de sarcină electrică contrară, se reuşeşte să se anuleze sau să se reducă parţial sarcinile electrice ale particulelor din apa de epurat, aceste particule se aglomerează şi formează precipitate relativ voluminoase (flocoane), capabile să decanteze rapid. Efectul este încă mai rapid, dacă se introduce şi o agitare a lichidului. Alegerea coagulantului optim pentru o anumită apă ce trebuie epurată se determină pe baza cercetărilor de laborator.

Agenţii de precipitare cei mai larg folosiţi pentru efluenţii urbani sunt sulfatul feros şi clorura ferică. Dozele uzuale de coagulanţi folosiţi sunt de circa 35 g/m^3 apă pentru clorură ferică şi circa 55 g/m^3 apă pentru sulfatul feros, putând varia de la caz la caz. Sulfatul feros acţionează la un *p*H cuprins între 6 şi 7 (uneori chiar 5); clorura ferică, dimpotrivă, la un *p*H alcalin.

În unele situaţii, flocularea şi precipitarea sunt mult îngreunate de variaţiile *p*H-ului, de temperatura scăzută a apei sau de faptul că flocoanele rezultate sunt foarte uşoare şi se depun greu. În asemenea cazuri, un bun factor de activare a floculării este silicea activă, care în sine nu este un floculant, ci un element care ajută la neutralizarea sarcinilor electrice şi obţinerea unui precipitat mai compact.

Alte substanţe care pot activa flocularea mai sunt şi bentonitele, taninul, unele argile etc.

În cazul tratării apelor cu coagulanţi, se pot produce două feluri de sedimentări:

— „sedimentarea de tip II", în care fiecare particulă floconată se depune independent, cu viteze diferite, lichidul limpezindu-se treptat, pe măsură ce se depun particulele;

— „sedimentarea în masă", în care sedimentarea se produce pe ansamblul volumului de lichid, în masa lichidului formându-se un strat compact de flocoane care se lasă la fund în acelaşi timp.

În cazul „sedimentării de tip II", procesul de floculare poate fi activat prin adaos de nămol conţinând coagulant de la o tratare anterioară; este ceea ce se practică în aşa-numitele decantoare cu „contact de nămol".

„Sedimentarea în masă" se produce la lichidele foarte bogate în materii floculabile.

Tratarea cu coagulant presupune o bună stăpânire şi cunoaştere a debitelor tratate. De asemenea, în funcţie de coagulant, este necesar un anumit *p*H al apei ce se epurează.

Timpul necesar pentru reacţia coagulantului cu apele uzate este de 10–20 min, proces ce se produce în bazine speciale, cu şicane, care asigură un amestec intim. Uneori, aceste bazine sunt înlocuite cu camere de reacţie, unde amestecul este asigurat prin agitatoare cu palete şi unde apa staţionează 15–30 min.

Folosirea coagulanţilor produce în decantoare un volum de nămol de 2–3 ori mai mare decât cel de la decantoarele fără coagulant.

Procedeul tratării chimice se înscrie ca eficienţă între decantare simplă şi epurare biologică. Prin adăugarea procedeului dezinfectării se poate atinge, uneori, eficienţa treptei biologice.

Flocularea se poate realiza fie în bazine separate, fie în bazine comune cu decantorul. Acest din urmă sistem are avantajul că evită spargerea flocoanelor prin trecerea lor din floculator în decantor, aşa cum se întâmplă în cazul în care construcţiile floculatorului şi decantorului sunt separate.

În fig. 5.11 sunt reprezentate câteva tipuri de floculatoare, cu diferite tipuri de agitatoare.

5.4. Utilizarea floculanţilor în procesul de epurare a apelor

5.4.1. Elemente teoretice

Limpezirea apelor uzate sau a celor parţial epurate a fost şi rămâne o problemă deosebit de importantă. Una din treptele esenţiale ale staţiilor de epurare a apelor o constituie treapta mecanică, în care sunt îndepărtate materiile în suspensie. Când dimensiunile materiilor în suspensie în mediul apos sunt foarte mici, între 1 mm şi 1 μ, acestea formează dispersii stabile (coloizi) care nu se separă gravitaţional.

Aşa cum s-a arătat, tratarea soluţiilor coloidale cu săruri de aluminiu sau cu săruri ale altor metale polivalente (denumite electroliţi anorganici) permite eliminarea cu succes a particulelor electronegative cu dimensiuni între 1 mm şi 1 μ,

dar nu şi a fracţiei de particule foarte fine, cu dimensiuni sub 1 μ. Fracţia de particule foarte fine poate fi eliminată numai prin utilizarea unui polielectrolit organic (floculant) în acelaşi timp cu coagulantul anorganic. În acest caz, polielectrolitul organic a fost denumit adjuvant de coagulare.

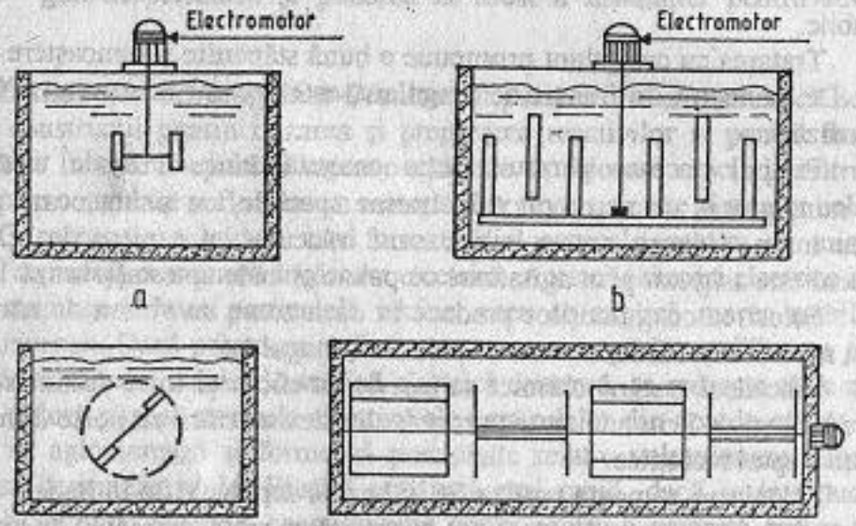


Fig. 5.11. Tipuri de floculatoare:
a, *b* – cu ax vertical; *c* – cu ax orizontal.

Termenul de *polielectrolit* se referă la polimeri organici care în mediu apos formează ioni cu un număr mare de sarcini electrice distribuite în diferite poziţii ale structurii moleculare (de obicei în catena laterală). Polielectroliţii, deci, cuprind polimerii organici anionici şi cei cationici, dar nu şi pe cei neionici. Polielectroliţii anionici conţin în molecula lor (în catena laterală) grupe carboxil, de anhidridă a acizilor carboxilici sau săruri ale acestor acizi, iar cei cationici conţin nuclee piridinice sau altă formă similară a azotului, ca de exemplu amoniu cuaternar. Polimerii conţinând în catena laterală doar o grupare carboxil, amidă, de pirolidină, hidroxi, hidroxialchileter şi/sau o grupare alcoxi, sunt polimeri neionici.

Întrucât la coagularea cu electroliţi anorganici, aglomerarea particulelor în suspensie se realizează prin anularea forţelor de respingere, respectiv prin neutralizarea sarcinilor negative ale suspensiilor cu sarcinile pozitive ale electrolitului, necesarul de electrolit este direct legat de încărcarea electrică a dispersiei, respectiv de conţinutul de materii în suspensie. Agregatele formate sunt de dimensiuni mai

mari decât cele ale suspensiilor iniţiale, dar neuniforme şi insuficient de mari pentru a se separa gravitaţional cu o viteză acceptabilă din punct de vedere practic (câteva ore).

Agregarea particulelor disperse (fie sub formă de suspensii, dar mai ales ca hidroxid de aluminiu) se poate realiza cu ajutorul polimerilor organici, care asigură atât neutralizarea sarcinilor electrice cât şi, mai ales, crearea unor punţi de legătură („bridging") între particule. Cum cei mai eficienţi polimeri sunt cei cu greutate moleculară mare (de ordinul a zeci de mii, până la milioane), agregatele formate sunt de dimensiuni mari (câţiva mm) şi aproximativ uniforme, permiţând realizarea unei decantări rapide (15–60 minute). Consumul de polimer în acest caz este independent de încărcarea electrică a dispersiei, respectiv de conţinutul de materii în suspensie.

Fenomenul de agregare a particulelor disperse ca urmare a interacţiunii polimerilor organici, de obicei, se numeşte *floculare*, iar agregarea prin distrugerea stabilităţii sistemului ca urmare a unui electrolit anorganic, *coagulare*. Spre deosebire de agregatele compacte, care se formează la coagulare, agregatele mari (flocoanele), care se formează ca rezultat al floculării, prezintă un grad mare de afânare. Flocularea este, de regulă, un proces ireversibil: în acest caz nu este posibil ca prin micşorarea conţinutului de reactiv (de aglomerare) din soluţie să se realizeze peptizarea, adică redispersarea suspensiei, aşa cum se întâmplă la coagulare.

5.4.2. Elemente practice

Coagularea dă rezultate bune când sunt respectaţi următorii parametri de proces:

— doza optimă de coagulant (ce se stabileşte experimental, în funcţie de conţinutul de materie în suspensie, de substanţe organice dizolvate, de tăria ionică a apei);

— asigurarea *p*H-ului optim de precipitare a coagulantului (în cazul sulfatului de aluminiu, *p*H-ul optim teoretic este de 5,3–5,8; practic, însă, poate fi mai mare, depinzând de caracteristicile apei de tratat). Şi acest parametru trebuie stabilit experimental.

Succesul floculării este dependent, de asemenea, de respectarea unor elemente esenţiale, şi anume:

— selecţia floculantului;

— utilizarea dozei optime din punct de vedere tehnico-economic;

— respectarea tehnologiei de utilizare.

Selecţia floculantului. Aşa cum s-a menţionat, floculanţii utilizaţi în prezent sunt polimeri organici, care din punct de vedere al încărcării electrice sunt: anionici, cationici, neionici.

În cazul epurării apelor uzate, se utilizează, în general, polimeri cationici sau neionici.

În cazul tratării nămolurilor din staţia de epurare, se utilizează, cu predilecţie, polimeri cationici.

Polimerii organici, la rândul lor, pot fi naturali, naturali prelucraţi chimic sau sintetici.

Cei mai comercializaţi sunt polimerii sintetici, datorită posibilităţilor de fabricare mai avantajoasă, determinate de materiile prime (monomerii) inepuizabile, controlul mai eficace al sintezei, cu posibilităţi de diversificare foarte mare a gamei de produse şi de obţinere a unor polimeri cu proprietăţi floculante superioare produselor naturale.

Produsele de sinteză, însă, au un conţinut de substanţă activă (polimer activ) ce poate varia de la câteva procente la 100%.

Substanţa inactivă, de obicei monomer, la care se mai adaugă produşii de depolimerizare, în timp, a însuşi polimerului, au efecte nedorite (toxice) asupra consumatorilor şi a râului receptor. De accea există ţări, ca de exemplu Elveţia, care au legiferat neutilizarea polimerilor de sinteză la tratarea apei în scop potabil. Se acceptă numai polimerii naturali sau naturali prelucraţi chimic, fără remanenţă de monomeri, netoxici şi biodegradabili. Dintre polimerii naturali sunt de amintit cei din produse vegetale (derivaţii de amidon, de celuloză, de glucoză), din fructe sau deşeuri de fructe (derivaţi ai pectinei), din culturi algale sau microbiene (biopolimeri).

În cazul epurării apelor uzate trebuie acceptaţi floculanţi netoxici – biodegradabili, fără remanenţă de monomeri.

În ceea ce priveşte tratarea nămolurilor din staţia de epurare cu floculanţi, tratare care ajunge la doze de ordinul sutelor de grame de polimer la metru cub de nămol, aceasta trebuie privită cu multă atenţie, în sensul utilizării numai a unor floculanţi biodegradabili, atestaţi de un laborator de specialitate din ţară. Furnizorul însă trebuie să asigure metoda de determinare analitică a substanţei active.

La selecţia floculanţilor trebuie ţinut seama şi de faptul că mulţi dintre aceştia nu sunt activi la temperaturi joase ale apei (sub 10...15 °C).

De asemenea, trebuie ţinut cont că în timp polimerii se inactivează, deci furnizorul trebuie să precizeze data de fabricaţie a produsului şi timpul la care începe inactivarea.

Utilizarea dozei optime din punct de vedere tehnico–economic. Doza optimă tehnico–economic este doza minimă cu efecte favorabile maxime şi pentru fiecare tip de apă se stabileşte în mod experimental.

Atunci când floculantul se utilizează ca adjuvant de coagulare, dozele corect stabilite permit:

— reducerea cu 20–50% a necesarului de coagulant faţă de folosirea singulară, cu obţinerea unei calităţi superioare a apei tratate, determinată de o

remanenţă mult diminuată a ionului Al^{3+} în apa tratată (care în cazul apei potabile este de mare importanţă, deoarece aluminiului i se atribuie apariţia bolilor gastrice – ulcer, la consumatori);

— utilizarea unor doze foarte mici de adjuvant de coagulare (0,1–3 mg/l), paralel cu scăderea dozei de agent de coagulare, determină costuri ale reactivilor egale sau mai scăzute decât în varianta clasică;

— formarea de nămoluri cu caracteristici de decantare sau filtrabilitate mult îmbunătăţite.

Când floculantul se utilizează la tratarea nămolurilor din staţia de epurare, se obţin efecte ca:

— reducerea până la eliminarea completă a utilizării sărurilor anorganice, pentru condiţionare – îngroşare;

— eliminarea unui procent mai mare de apă din nămol, la îngroşare;

— obţinerea unui nămol îngroşat, cu caracteristici de filtrabilitate mult îmbunătăţite.

Respectarea tehnologiei de utilizare a floculantului. Tehnologia de utilizare cuprinde:

— dizolvarea şi/sau diluarea la concentraţia de utilizare, de 0,1–0,5%, exprimată în substanţă activă;

— modul de adăugare în apa de tratat (continuu sau în şarje);

— ordinea adăugării, atunci când se utilizează ca adjuvant de coagulare;

— condiţiile de amestec şi reacţie, respectiv de decantare sau filtrare.

Toate aceste elemente fie sunt precizate de furnizorul de produs, fie se stabilesc în mod experimental, cu excepţia condiţiilor de dizolvare, care trebuie specificate în fişa produsului.

În multe cazuri, utilizarea industrială a floculanţilor a dus la eşecuri din cauza neasigurării unuia dintre parametrii tehnologiei de utilizare.

Respectarea tehnologiei de utilzare este dependentă şi de utilajele şi echipamentele folosite. În ţările cu tradiţie în utilizarea floculanţilor, aceste utilaje şi echipamente sunt ceva mai bine puse la punct. Este vorba, în primul rând, de echiparea bazinelor de dizolvare, a sistemelor dozatoare şi a automatizării procesului de dozare a introducerii floculanţilor în apa de tratat. De asemenea, a sistemelor de amestec rapid a floculanţilor cu apa de tratat.

5.5. Exploatarea treptei de epurare mecanică

Pentru a realiza o îndepărtare corespunzătoare a impurităţilor în treapta de epurare mecanică precum şi în celelalte trepte de epurare, trebuie ca echipamentele, utilajele şi construcţiile să fie exploatate şi întreţinute în mod adecvat.

5.5.1. Exploatarea grătarelor şi a dispozitivelor de fărâmiţare

Exploatare şi întreţinere. Materialele reţinute pe grătare se pot îndepărta manual sau mecanic. În situaţia *grătarelor rare*, înlăturarea, o dată pe zi, a deşeurilor colectate este suficientă în mod normal pe timp uscat. În cazul debitelor mari, în timpul averselor poate ajunge, însă, la grătare o mare cantitate de material grosier, care trebuie înlăturată la intervale mai mici. Deseori acest material colectat poate fi spălat bine şi transportat în locul unde se evacuează gunoaiele oraşului.

Materialele reţinute pe *grătarele dese* trebuie înlăturate după necesitate, pentru a preveni îngreunarea curgerii libere a apei uzate prin canal: ar fi necesar ca această operaţie să fie făcută de 3–5 ori pe zi. Dacă depunerile sunt îndepărtate mecanic, mecanismul trebuie să intre în funcţiune des, sau chiar să funcţioneze continuu, pentru a nu se produce înfundări consistente, care ar putea produce blocări.

Materialele înlăturate mecanic de pe barele grătarului trebuie depozitate direct în containere pentru evacuare; de cele mai multe ori, sunt depozitate pe o platformă drenantă, unde se scurg înainte de a fi transportate în locul final destinat. Pentru o manevrare mai puţin supărătoare, materialele reţinute pe grătare se spală cu furtunul în scopul înlăturării substanţelor organice.

Deoarece *sitele* sunt prevăzute cu mecanisme de îndepărtare a depunerilor cu funcţionare continuă, depunerile sunt evacuate în mod permanent într-un jgheab alăturat, de unde sunt transportate mai departe, aşa cum s-a arătat mai sus la materialele reţinute pe grătare.

Mecanismele, lanţurile, pinioanele şi toate celelalte piese mobile, în cazul curăţirii mecanice, necesită ungerea şi reglarea în conformitate cu instrucţiunile date de furnizor.

Multe staţii sunt echipate şi în prezent cu *dispozitive mecanice pentru fărâmiţare* sau zdrobirea materialelor reţinute pe grătare.

În cele mai multe staţii, dispozitivele de fărâmiţare (dezintegrare) sunt, în principiu, alcătuite dintr-un cilindru cu fante care se învârteşte, materialele care au trecut prin fante fiind tocate în bucăţi mici. În alte staţii, grătarele sunt înlocuite cu aşa-numitele grătare tăietoare (cominutoare), care macină tot materialul adus de apele uzate şi îl trimit în instalaţiile următoare. Ca toate sistemele mecanice, dispozitivele de fărâmiţat trebuie unse şi întreţinute în conformitate cu instrucţiunile uzinei producătoare. Suprafeţele de tăiere trebuie ascuţite, iar jocurile pieselor necesită o reglare periodică. Pietrele, bucăţile de metal, beţele şi alte materiale trebuie îndepărtate ori de câte ori sunt observate, deoarece dacă intră în aceste instalaţii le pot degrada. Se recomandă spălarea frecventă, cu un jet de apă, a tuturor podelelor şi pereţilor, pentru menţinerea curăţeniei şi pentru evitarea mirosurilor neplăcute şi a muştelor.

Deranjamente în exploatare. Acestea se produc în special la grătarele cu curăţire mecanică şi la site. Deoarece majoritatea grătarelor nu sunt prevăzute cu dispozitive automate de deblocare a greblei, este necesară supravegherea continuă a acesteia. În cazul blocării, se opreşte mecanismul, se curăţă manual grătarul, se verifică dacă nu s-au produs şi alte defecţiuni şi se porneşte din nou. În ceea ce priveşte sitele, blocarea se poate produce, în special, la părţile care se mişcă sub apă; sita propriu-zisă nu se poate bloca. Pentru deblocare trebuie oprit mecanismul.

În cazul dezintegratoarelor, aşa cum s-a arătat mai sus, este posibilă blocarea şi degradarea acestor instalaţii din cauza ajungerii între dinţi sau lamele a unor corpuri dure. În asemenea situaţii, se opreşte utilajul, se curăţă, se înlocuiesc piesele defecte, se ascut piesele de tăiat şi se reglează distanţa dintre acestea.

Determinări şi înregistrări. Se urmăreşte şi se înregistrează zilnic:

— cantitatea de substanţe reţinute, în m^3/zi;

— defecţiunile şi cauzele, precum şi măsurile luate;

— materialele şi energia consumată.

5.5.2. Exploatarea deznisipatoarelor

Exploatare şi întreţinere. Cu toate că înlăturarea nisipului este o operaţie simplă, fără complicaţii, controlul său efectiv cere pricepere şi ingeniozitate din partea unui operator, bine pregătit şi familiarizat cu particularităţile sistemului de canalizare şi cu caracteristicile apelor uzate respective.

Materialele care se reţin în principal în deznisipator sunt: nisipul, praful, pietrele, cenuşa şi alte materiale minerale grele; acestea sunt denumite, generic, „nisip". Dacă reţinerea este corespunzătoare, nisipul trebuie să conţină puţine substanţe organice şi, în acest caz, poate fi folosit după o spălare prealabilă ca material de umplutură în vecinătatea staţiei.

Înlăturarea acestui material din apele uzate are ca scop:

— împiedicarea acţiunii abrazive asupra utilajului mecanic, cum ar fi rotoarele pompelor, presetupele, mecanismele proprii fiecărei instalaţii etc.;

— reducerea pericolelor de înfundare a unor instalaţii din staţia de epurare, cum ar fi conductele, bazinele de decantare etc.;

— simplificarea evacuării şi transportului nămolului primar.

Particulele care alcătuiesc nisipul variază în limite foarte largi în ceea ce priveşte dimensiunile şi caracteristicile fizice generale.

Înlăturarea nisipului se poate face manual şi mecanic.

Evacuarea manuală a nisipului este, de obicei, folosită la staţiile de epurare mici. În aceste situaţii, deznisipatoarele constau în două canale paralele, care au, de regulă, la capătul aval dispozitive pentru menţinerea constantă a unei

viteze de 0,3 m/s. În secţiune transversală, canalele au formă parabolică sau trapezoidală. La partea de jos au un jgheab plin cu pietriş, legat de o conductă de evacuare, prin care se descarcă apa uzată în momentul curăţirii nisipului. Pentru curăţire se scoate un canal din funcţiune şi se înlătură nisipul cu găleţi şi roabe, utilizând lopeţile.

Pentru curăţirea manuală se efectuează următoarele operaţii:

— se măsoară grosimea stratului de nisip şi se localizează nisipul depus;

— se scoate din circuit compartimentul la care adâncimea nisipului a atins limita prescrisă de proiectant pentru curăţire; la scoaterea din circuit a unui compartiment se introduce în circuit un alt compartiment, care a fost curăţat anterior;

— se goleşte de apă compartimentul oprit prin deschiderea vanei de pe conducta de descărcare; de obicei, apa se introduce în staţie;

— se evacuează nisipul din compartiment cu lopeţile şi se transportă la locurile de depozitare;

— se spală cu apă curată sau epurată prin staţie, compartimentul curăţat şi se închide vana de pe conducta de evacuare;

— se determină conţinutul de material volatil în probe de nisip recoltate din nisipul evacuat; în cazul în care se găseşte un procentaj mai mare de material organic, se iau măsuri de remediere (v. în continuare);

— se controlează dacă nu există cantităţi neobişnuite de nisip depus în instalaţiile care urmează deznisipatorului; în cazul în care se remarcă prezenţa unor cantităţi mari de nisip, se înlătură acestea şi se iau măsuri de prevenire a situaţiei (v. în continuare);

Evacuarea mecanică a nisipului se realizează la staţiile de epurare de mare capacitate. Şi în acest caz deznisipatoarele constau din două sau mai multe canale, care asigură uneori şi reglarea vitezei în conformitate cu variaţiile de debit, în special în cazul sistemelor de canalizare unitare. Nisipul este înlăturat în mod continuu cu utilaje mecanice, fie în bazine alăturate deznisipatorului, fie în vagoneţi cu ajutorul cărora este transportat în locurile de depozitare.

Utilajul mecanic cel mai des folosit este hidroelevatorul.

Curăţirea mecanică se realizează conform următoarelor operaţii:

— se întreţine utilajul mecanic, în conformitate cu indicaţiile de detaliu date de furnizor;

— se spală zilnic utilajul mobil;

— se goleşte fiecare instalaţie cel puţin o dată pe an, în perioada când nisipul adus de apa uzată este în cantitate mai mică; se examinează utilajele mecanice care au funcţionat sub apă şi eventual se repară, se reglează etc.

Deranjamente în exploatare. Acestea se produc din mai multe motive.

Substanţe organice în exces în nisipul depus. Cauza: viteza apei este prea mică şi timpul de trecere prin deznisipator prea mare.

Prevenirea şi remedierea se realizează astfel:

— se micşorează numărul de compartimente în funcţiune;

— se reduce secţiunea de scurgere, prin aşezarea unor scânduri, cărămizi sau alte materiale în lungul compartimentelor;

— se micşorează lungimea compartimentelor prin mutarea deversorului;

— se micşorează nivelul apei în compartiment, prin modificarea poziţiei deversorului la ieşire.

Prezenţa, în cantitate mare, a nisipului în instalaţiile de după deznisipator. Cauza: viteza apei este prea mare prin deznisipator şi timpul de trecere prea mic.

Prevenirea şi remedierea se realizează astfel:

— se măreşte numărul de compartimente în funcţiune;

— se înlătură mai des nisipul depus;

— se măreşte secţiunea transversală a canalelor;

— se contruiesc compartimente suplimentare.

Determinări şi înregistrări. Pentru buna funcţionare a deznisipatorului se urmăresc:

— cantitatea de nisip evacuat zilnic sau cantitatea de nisip evacuat, raportată la debitul de apă trecut prin staţie;

— numărul compartimentului golit şi timpul necesar pantru golire;

— conţinutul în material volatil al nisipului depus;

— materiale, energie etc. consumate pentru întreţinerea şi exploatarea utilajelor;

— reparaţii efectuate.

5.5.3. Exploatarea separatoarelor de grăsimi

Exploatare şi întreţinere. Ulciurile, grăsimile şi alte substanţe mai uşoare decât apa se îndepărtează în separatoarele de grăsimi, ca urmare a fenomenului de flotare. Pentru o bună exploatare şi întreţinere a acestor obiecte din staţiile de epurare se aplică următoarele operaţii:

— se îndepărtează continuu materialele colectate la suprafaţa lichidului în separator (spuma);

— se verifică permanent dacă dispozitivele de colectare şi evacuare nu antrenează şi cantităţi mari de apă;

— se curăţă zilnic cu ajutorul jetului de apă şi al periei toate părţile accesibile ale separatorului şi, în special, dispozitivele de colectare a spumei;

— se supraveghează instalaţia de distribuţie a aerului în scopul obţinerii unei distribuţii cât mai bune a acestuia;

— se supraveghează instalaţia de adaos de clor gazos şi se verifică dacă se introduc cantităţile în conformitate cu proiectul;

— se scoate din circuit din timp în timp separatorul pentru curăţirea şi spălarea pereţilor, radierului;

— se urmăreşte, în mod special iarna, menţinerea în perfectă stare de curăţenie a muchiilor deversoare şi a jgheaburilor de colectare a grăsimilor.

Deranjamente în exploatare. Acestea se produc din mai multe motive.

Colmatarea dispozitivelor de distribuţie a aerului. Cauza: depuneri de nămol în orificiile dispozitivelor de distribuţie.

Remedierea se realizează prin: oprirea separatorului şi curăţirea dispozitivelor de distribuţie, sau, în unele cazuri, cum sunt cele în care se utilizează plăci poroase, prin înlocuirea plăcilor poroase înfundate. Localizarea dispozitivelor de distribuţie defecte se face prin urmărirea zonelor în care lichidul este mai puţin agitat.

Blocarea dispozitivelor de manevră a jgheaburilor sau a conductelor găurite de colectare a grăsimilor. Cauza: necurăţirea la timp a acestor dispozitive.

Remedierea constă în curăţirea ritmică a accesoriilor de îndepărtare a materialului colectat la suprafaţa lichidului.

La unele deznisipatoare, jgheaburile de colectare a grăsimilor sunt aşezate pe nişte plutitori reglabili, astfel încât muchia deversoare poate fi scufundată în funcţie de cantitatea de apă cu grăsimi care se doreşte să se evacueze. Şi la aceste tipuri de instalaţii defecţiunile – submersia mai mare sau mai mică – sunt din cauza fie a unei blocări a conductei flexibile de legătură cu puţul de colectare a grăsimilor, fie a depunerilor ce se formează pe jgheaburi. Cu toate că această instalaţie ar trebui să funcţioneze automat, totuşi o supraveghere a ei este indicată.

Determinări şi înregistrări. Pentru urmărirea funcţionării separatorului se determină şi se înregistrează:

— cantitatea de grăsime reţinută, în m^3/zi;

— cantităţile de aer şi de clor utilizate, în m^3/s;

— deficienţe, cauze, remediere, energie consumată.

5.5.4. Exploatarea decantoarelor

Decantarea apelor uzate este influenţată de concentraţia şi vârsta lor, precum şi de densitatea, forma şi dimensiunile particulelor. Astfel, apele uzate concentrate decantează mai repede decât cele diluate; pe de altă parte, apele uzate

intrate în fermentaţie decantează mai lent decât apele proaspete, deoarece pe de o parte, dimensiunile particulelor sunt reduse ca urmare a degradării biologice, pe de altă parte tind a rămâne în suspensie fiind antrenate de gazele care se ridică din nămolul de la fundul bazinului către suprafaţa apei. O particulă densă decantează mai uşor decât una mai uşoară; o particulă cu o suprafaţă mare, în raport cu greutatea sa, decantează mai lent decât una cu suprafaţa mică; o particulă cu o formă neregulată este supusă unei forţe de frecare mai mari şi se decantează mai lent decât o particulă de formă regulată.

Particulele granulare (nisipul) sedimentează cu o viteză constantă, independent unele de altele şi fără a-şi schimba dimensiunea, forma şi greutatea. Flocoanele (materii organice în suspensie, precipitate obţinute prin coagulare, microorganisme asociate etc.) tind să se aglomereze în timpul sedimentării, schimbându-şi dimensiunea, forma şi densitatea relativă. Aglomerările de flocoane sedimentează, de obicei, mai repede decât flocoanele individuale.

Cu cât o suspensie este lăsată să decanteze un timp mai îndelungat, cu atât supernatantul va conţine mai puţine particule. Cu toate acestea, perioadele lungi de sedimentare nu conduc întotdeauna la creşterea gradului de înlăturare a solidelor sedimentabile, mai ales în situaţiile în care acestea sunt formate din nămol organic, care după un anumit timp fermentează.

Indiferent de tipul constructiv al decantorului, eficienţa de decantare este influenţată de modul în care apa este alimentată şi repartizată în decantor, precum şi de evacuarea acesteia. Pentru aceasta, decantoarele sunt prevăzute cu dispozitive de repartizare a apei uzate cât mai uniform în bazin, pereţi găuriţi, deflectoare etc. În acelaşi timp, ieşirea apei din decantoare trebuie să se facă cât mai uniform, în aceste scop prevăzându-se deversoare, de multe ori cu muchie metalică în dinţi de ferăstrău. Pentru a obţine o bună eficienţă, este nevoie ca deversorul să fie perfect orizontal, astfel încât evacuarea apei să se facă uniform. În acest scop, deversoarele se fac cu lamă reglabilă.

De asemenea, toate decantoarele sunt prevăzute cu dispozitive de colectare a spumei, a substanţelor plutitoare; la cele cu racloare, dispozitivele sunt anexe ale acestora, evacuarea făcându-se în mod automat, din timp în timp.

Exploatare şi întreţinere. Decantoarele şi toate instalaţiile mecanice trebuie inspectate de câteva ori în cursul fiecărui schimb. Utilajul de evacuare a nămolului, dispozitivele de înlăturare a produselor plutitoare şi pompele trebuie controlate din punct de vedere al funcţionării, iar suprafaţa apei se ţine mereu sub observaţie. Nămolul plutitor sau abundenţa bulelor de gaz sunt indicii că funcţionarea utilajului sau mersul procesului de decantare sunt defectuoase.

Decantoarele de aceleaşi dimensiuni au eficienţa cea mai mare atunci când debitul este egal distribuit tuturor bazinelor de decantare şi în acestea, pe toată

suprafaţa, cât mai uniform. Aceasta se poate asigura numai dacă deversoarele sunt perfect orizontale, curate şi fără depuneri sau vegetaţie acvatică. Debitele neegale conduc la timp de trecere diferit în diversele bazine şi, întotdeauna, au ca efect o înrăutăţire generală a îndepărtării suspensiilor şi a CBO-ului.

Pentru o repartizare cât mai uniformă a debitului la decantoare, uneori în staţiile de epurare este prevăzută o cameră de distribuţie cu şicană. Scopul şicanei este acela de a ajuta la o cât mai bună distribuţie a debitelor. Şicana trebuie păstrată curată şi în bună stare de funcţionare, în caz contrar eficienţa ei este mult redusă.

Dacă distribuţia în decantor se face prin pereţi găuriţi sau deflectoare, curăţirea acestora trebuie să constituie, de asemenea, o preocupare.

Dispozitivele de evacuare a spumei trebuie reglate din timp în timp pentru a evita antrenarea unei cantităţi prea mari de apă. Dacă nu sunt prevăzute dispozitive de evacuare a spumei, îndepărtarea acesteia trebuie să se facă manual, cu scule construite în consecinţă, de către personalul de exploatare a staţiei.

Nămolul depus în decantor trebuie evacuat permanent. Pentru aceasta se folosesc două metode: metoda gravitaţională; metoda mecanică.

Metoda gravitaţională, mai simplă, folosită numai în decantoarele de mici dimensiuni sau la cele verticale, constă în deplasarea nămolului depus pe radier spre centrul acestuia, sub acţiunea gravitaţiei. Pentru aceasta, radierul este construit foarte înclinat. Laturile înclinate trebuie raclate o dată pe zi, pentru a nu da posibilitatea nămolului să se acumuleze.

Majoritatea staţiilor de epurare folosesc echipamente de colectare mecanică a nămolului din bazinele de decantare care au radierul uşor înclinat. Instalaţiile de colectare a nămolului pot funcţiona după diferite programe, în funcţie de tipul staţiei şi al echipamentelor şi de caracteristicile apelor uzate.

Calitatea nămolului evacuat variază de la o staţie la alta, fiind în funcţie de:

— caracteristicile apelor uzate: concentraţia de suspensii, vârsta, decantabilitatea etc.;

— caracteristicile bazinului de decantare: arie, volum, timp de decantare etc.;

— amenajarea bazinului de decantare, inclusiv metodele de înlăturare a nămolului.

Nămolul brut colectat gravitaţional sau mecanic este acumulat în pâlniile de nămol şi apoi evacuat prin conductele de descărcare în puţurile de nămol ale staţiilor de pompare, care îl trimit fie în rezervoarele de fermentare a nămolului, fie în bazinele de nămol activ etc. Câteodată, nămolul este pompat chiar din pâlniile de nămol.

Concentraţia în materii solide (exprimată în substanţă uscată) a nămolului pompat din decantoarele primare variază între 5 şi 8%.

Pomparea poate fi continuă sau intermitentă. Când se folosesc mai multe pompe, o pompă trebuie să pompeze nămolul numai dintr-o singură pâlnie colectoare. Nu se recomandă ca o singură pompă să evacueze nămolul din mai multe pâlnii colectoare, în acelaşi timp. Diferenţele de pierdere de presiune (sarcină) din conducte, densitatea, viscozitatea şi factorii de colmatare vor face ca dintr-o pâlnie să fie pompat mai mult nămol, iar din alta mai puţin.

Pomparea trebuie să dureze, de preferinţă, puţin timp şi să se facă la intervale mici. Nu sunt recomandate perioadele lungi de pompare şi la intervale neregulate.

În staţiile mici, unde personalul supraveghează staţia cu intermitenţă, nămolul poate fi pompat numai o dată sau de două ori pe zi, în timp ce la staţiile mari, unde există personal mai numeros şi chiar în schimburi, nămolul trebuie pompat din oră în oră. Dacă pomparea se face prea des, se evacuează din decantorul primar un nămol slab îngroşat, cu multă apă, ceea ce conduce la deranjarea procesului de fermentare anaerobă a nămolului (vezi cap. 9.).

Acolo unde este prevăzut un sistem de spălare, este bine să se spele conductele prin care se pompează nămolul o dată pe săptămână, timp de câteva minute, pentru a se evita înfundările. Conductele trebuie, de asemenea, spălate şi în situaţiile în care nămolul devine greu de pompat.

Eficienţa decantoarelor primare va putea fi îmbunătăţită şi se vor putea asigura condiţii mai bune de exploatare, dacă se respectă următoarele indicaţii de întreţinere:

— să se înlăture în mod regulat depunerile acumulate la şicanele distribuitoarelor de la intrarea în decantor şi la deversoarele de la ieşire; în general, aceste operaţii se pot face cu uşurinţă, utilizând mătura sau o perie şi jetul de apă; frecvenţa lor este stabilită de către operator, pe bază de experienţă;

— să se cureţe în mod regulat utilajul de înlăturare a spumei; acumulările pe acest utilaj constituie o sursă de miros neplăcut şi dau un aspect inestetic staţiei;

— să se menţină capacele acoperitoare la locul lor, exceptând situaţiile în care exploatarea instalaţiei impune înlăturarea acestora;

— să se spele şi să se înlăture cât mai repede posibil toate scurgerile de apă uzată şi de nămol;

— să se evite scurgerile de la presetupele pompelor centrifuge pe planşeele construcţiilor, iar dacă acestea se produc, să se dirijeze spre canalele de evacuare;

— să se întocmească un grafic de ungere pentru tot utilajul mecanic; necesarul de ungere pentru fiecare piesă rezultă din cartea tehnică.

Porţiunea de sub apă a decantorului trebuie inspectată în mod regulat: de obicei, o dată pe an este suficient.

Stabilirea celor mai potrivite perioade pentru această operaţie depinde de starea timpului, de cerinţele epurării şi de personalul disponibil. Pentru realizarea ei este necesar ca:

— să se golească bazinul de decantare, descărcându-i conținutul în alt bazin, atunci când este posibil;

— să se inspecteze tot utilajul mecanic, urmărindu-se uzura și coroziunea acestuia;

— să se controleze: racleții de lemn, saboții de uzură, lanțurile principale, lanțurile de transmisie, pinioanele, șinele de ghidaj, dispozitivele de înlăturare a spumei etc., de la instalațiile de colectare mecanică a nămolului;

— să se înlocuiască sau să se repare toate piesele defecte sparte sau foarte uzate;

— să se regleze lanțurile și să se verifice dacă racleții au un joc adecvat față de pereții bazinului (cel puțin 2,5 cm);

— să se controleze toate piesele de metal, sub aspectul coroziunii, să se înlocuiască unde este cazul și să se aplice o vopsea de protecție;

— să se controleze toate piesele de beton și să se repare suprafețele deteriorate.

Dacă se constată o coroziune neobișnuită a betonului sau a pieselor metalice, s-ar putea impune aplicarea unor îmbrăcăminți de protecție. Uneori, sunt necesare studii pentru rezolvarea unor asemenea probleme.

Exploatarea unui decantor primar este strâns legată, în multe privințe, de funcționarea altor instalații din stația de epurare. Prin urmărirea cu atenție a funcționării decantorului primar se pot evita o serie de neajunsuri în treapta de epurare biologică și, mai ales, la fermentarea anaerobă a nămolului.

Deranjamente în exploatare. Acestea se pot produce din mai multe motive.

Nămol plutitor. Cauza: fermentarea anaerobă a nămolului depus în decantor și flotarea lui de către gazele de fermentare, la suprafața lichidului.

Prevenirea și remedierea constau în evacuarea cât mai completă sau cât mai des a nămolului depus, aplicându-se una dintre următoarele metode:

— se lasă să funcționeze racloarele mecanice o durată mai lungă sau se utilizează mai des;

— se înlocuiesc racleții de lemn rupți sau deformați;

— se înlătură cât mai complet nămolul din toate părțile mai adâncite ale decantorului, prin pompare sau evacuare gravitațională;

— se îndepărtează, prin răzuire sau utilizându-se jetul de apă, nămolul care s-a lipit pe radierul decantorului.

Nămol negru și mirositor. Cauza: apele uzate brute intră în fermentare anaerobă sau apele de nămol (supernatantul) separate la bazinele de fermentare a nămolului au o concentrație prea mare.

Prevenire și remediere: pentru ca apele uzate să nu mai fermenteze, se procedează astfel:

— se deconectează toate fosele septice din sistemul de canalizare;

— se pretratează apele uzate care conțin concentrații mari de substanțe organice, care fermentează cu ușurință, cum sunt cele de la fabricile de conserve, de lactate, de bere, de la tăbăcării și reziduuri textile organice;

— se introduce clor în canalul colector sau înaintea decantorului, pentru a întârzia sau a reduce posibilitatea de fermentare a apelor uzate. Această operație este eficace, în special în situațiile în care durata de parcurgere a apelor brute prin canalizare este lungă, când temperatura acestora este ridicată sau când apa conține anumite reziduuri organice;

— se preaerează reziduurile organice;

— se îmbunătățește scurgerea în colectoarele de canalizare, pentru a reduce acumulările de solide care ar putea fermenta anaerob.

Pentru ca supernatantul separat în rezervoarele de fermentare să nu influențeze negativ funcționarea decantorului primar, se procedează astfel:

— se corectează și se îmbunătățește fermentarea nămolului, pentru a se obține o apă de nămol cu caracteristici cât mai bune;

— se micșorează cantitatea de ape de nămol evacuate la decantorul primar;

— se amână, dacă este posibil, evacuarea apei de nămol până când se obține o calitate mai bună a acesteia;

— se descarcă, o parte sau toată apa de nămol ce se evacuează, în alte părți ale stației de epurare, cum ar fi: platformele de uscare a nămolului, iazuri de nămol sau bazine de aerare, până când calitatea acesteia se îmbunătățește. În unele împrejurări, evacuarea apei de nămol în aceste puncte poate fi permanentă;

— se predecantează apele de nămol.

Decantarea excesivă în canalele de intrare. Cauza: viteza de curgere a apei prea mică prin canalul de scurgere.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

— se reduce suprafața secțiunii transversale prin instalarea unui perete interior dintr-un material adecvat, de-a lungul unei laturi a canalului;

— se agită apa prin barbotare de aer sau prin alte mijloace, pentru a preveni depunerile.

Încrasarea excesivă a suprafețelor construcțiilor și a deversoarelor cu materiale solide. Cauza: acumularea materiilor solide din apele uzate și ca urmare a creșterilor microbiene.

Prevenirea și remedierea se realizează astfel:

— se curăță cu o frecvență mai mare și mai temeinic toate suprafețele care vin în contact cu apele uzate;

— se prelucrează apele uzate și se îndepărtează nămolul care s-a lipit pe fundul decantorului.

Modificări intermitente ale debitului. Cauza: variații mari ale vitezei de pompare.

Prevenirea şi remedierea se realizează astfel:

— se pornesc şi se opresc pompele în raport cu cantitatea de apă care trebuie pompată; se stabileşte un program de funcţionare a pompelor, în funcţie de debitul maxim şi minim de ape uzate care poate trece prin staţie; se caută să se menţină un debit de pompare apropiat de cel cu care apa uzată intră în staţie;

— se reglează mai bine şicanele de la distribuitorul de debit.

Ruperea lanţurilor raclorului şi forfecarea lor frecventă. Cauza: încărcarea excesivă a instalaţiei de colectare mecanică a nămolului.

Prevenirea şi remedierea se realizează astfel:

— se goleşte periodic decantorul şi se examinează toate piesele metalice, spre a se constata defectele şi gradul de uzură;

— se înlocuiesc piesele defecte şi uzate, în special prezoanele, legăturile uzate dintre lanţuri şi racleţii de lemn foarte uzaţi, rupţi sau deformaţi;

— se înlătură continuu gheaţa formată pe pereţi şi pe suprafaţa decantorului;

— se urmăreşte cantitatea de nisip depusă în decantor. Dacă este prea mare, se amenajează un deznisipator înainte de decantor. Dacă există deznisipator, se îmbunătăţeşte funcţionarea acestuia;

— se lasă raclorul să funcţioneze o perioadă mai lungă şi se pompează mai des materialul depus.

Nămolul se înlătură greu din partea adâncită a bazinului şi din pâlniile de colectare. Cauze: conţinutul mare al apelor uzate în nisip, argile sau alte materiale grele; viteza scăzută de curgere a nămolului în conductele de evacuare.

Prevenirea şi remedierea se realizează astfel:

— se reduce conţinutul de nisip prin instalarea de deznisipatoare, prin îmbunătăţirea funcţionării acestora şi prin eliminarea surselor de nisip ce intră în canalizare;

— se reduce cantitatea de argilă, prin eliminarea sursei, acolo unde este posibil, în special când canalizarea este în sistem divizor;

— se răscoleşte materialul depus, utilizându-se jeturi de apă sau aer sau prin procedee manuale;

— se desfundă conductele de spălare;

— se pompează nămolul mai frecvent;

— se revizuiesc conductele de nămol.

Determinări şi înregistrări. Efectuarea determinărilor asupra apelor uzate cât şi a nămolurilor furnizează date necesare şefului de staţie în vederea conducerii cât mai judicioase a procesului de epurare. Necesitatea examinării apelor uzate care intră şi ies din bazinele de decantare variază de la o staţie la alta. Pentru a stabili ce determinări sunt necesare, operatorul trebuie să aibă în vedere instalaţiile de epurare care urmează, cum ar fi: biofiltre, bazine de aerare, filtre

intermitente de nisip (câmpuri de irigare), construcţiile de fermentare anaerobă şi de deshidratare a nămolului etc.

Acolo unde efluentul este evacuat în receptor şi fără o altă epurare, operatorul trebuie să facă analize prin care să se determine efectul pe care acesta l-ar avea asupra cursului de apă.

Pentru conducerea procesului de decantare se fac determinări de:

— *Materii totale în suspensie* (MTS) în apa uzată, care influenţează în mod deosebit funcţionarea decantorului şi efluentul acestuia. Pe baza acestor determinări se stabileşte eficienţa de separare a decantorului. Determinările trebuie făcute zilnic pentru staţiile mari şi cel puţin de două ori pe săptămână pentru staţiile mici. Probele trebuie luate la intrarea şi la ieşirea din decantor, în punctele în care apa este bine amestecată. Rezultatele indică claritatea efluentului şi cantitatea de nămol care trebuie evacuată;

— *Materii totale volatile în suspensie* (MTVS), care împreună cu MTS dau informaţii utile referitoare la tipul, concentraţia şi cantitatea de solide din apele uzate. Pe baza acestei determinări se poate stabili încărcarea rezervoarelor de fermentare anaerobă a nămolurilor şi se pot verifica determinările privind substanţele solide organice (volatile) din nămolul evacuat;

— *Materii totale solide şi materii totale volatile* din nămol, care permit stabilirea încărcării rezervoarelor de fermentare şi a instalaţiilor de deshidratare a nămolului. Aceste determinări se fac, de preferinţă, zilnic, pe probe medii de nămol evacuat din bazin. Cunoaşterea exactă a umidităţii nămolului dă posibilitatea operatorului să-şi verifice observaţiile referitoare la stadiul îngroşării, la necesitatea măririi sau micşorării cantităţii de nămol evacuat, precum şi la cantităţile de apă transferate în instalaţiile de fermentare şi deshidratare;

— *Consumul biochimic de oxigen* (CBO_5) pe baza căruia se stabileşte gradul de încărcare cu substanţe organice biodegradabile a apelor uzate; trebuie determinat la intrarea şi la ieşirea din bazinul de decantare, zilnic pentru staţiile mari şi de două ori pe săptămână pentru cele mici;

— *pH-ul apei brute* trebuie determinat zilnic, deoarece valorile mai mari sau mai mici decât cele normale pot indica prezenţa în influent a unor cantităţi mai mari decât cele obişnuite de ape acide sau alcaline. Dacă *p*H-ul este foarte scăzut, aceasta poate indica şi începerea descompunerii apelor uzate înainte de a intra în staţie;

— *Microorganismele coliforme* se determină la staţiile mai mari şi când efluentul în amestec cu apa receptorului ar putea fi folosit ca sursă de apă potabilă şi pentru înot;

— *Determinări speciale* ca cianuri, cupru, zinc, crom, plumb sau alte metale grele sunt necesare pentru a se putea lua măsuri corespunzătoare, în vederea evitării unor deranjamente în obiectele următoare decantării.

6
EPURAREA BIOLOGICĂ

Epurarea biologică este procesul tehnologic prin care impurităţile organice din apele uzate sunt transformate, de către o cultură de microorganisme, în produşi de degradare inofensivi (CO_2, H_2O, alte produse) şi în masa celulară - nouă (biomasă). Cultura de microorganisme poate fi dispersată în volumul de reacţie al instalaţiilor de epurare sau poate fi fixată pe un suport inert. În primul caz, cultura se cheamă, generic, „nămol activ", iar epurarea se numeşte biologică cu nămol activ. În al doilea caz, cultura se dezvoltă în film (peliculă) biologic, iar epurarea se realizează în construcţii cu filtre biologice, cu biodiscuri etc. Nămolul activ fiind un material în suspensie, trebuie separat de efluentul epurat prin: sedimentare, flotaţie, filtrare, centrifugare etc. Cea mai aplicată metodă este separarea gravitaţională (sedimentarea). În cazul filmului biologic nu se pune problema separării acestuia de apa epurată, întrucât este fixat pe un suport. Cu toate acestea, ca urmare a creşterii biologice, se desprind des porţiuni din filmul biologic care trebuie înlăturate din apa epurată, prin sedimentare.

Rolul principal în epurarea biologică este deţinut de bacterii. Aceste microorganisme care consumă substanţele organice din apele uzate pot trăi în prezenţa sau în absenţa oxigenului (obligat aerobe, facultativ aerobe şi obligat anaerobe). În funcţie, deci, de necesarul de oxigen, procesul de epurare poate fi: aerob sau anaerob. Procesul aerob se utilizează cu prioritate la îndepărtarea poluanţilor din apele uzate, pe când cel anaerob la prelucrarea nămolurilor[1].

În strânsă asociere cu bacteriile, în procesele aerobe trăiesc protozoare (ciliate, flagelate), metazoare (rotiferi, nematode) şi ciuperci sau fungi. Aceste asociaţii de microorganisme se numesc biocenoze. Deşi biocenozele sunt formate aproximativ din aceleaşi microorganisme, au totuşi un caracter specific pentru fiecare proces de epurare.

6.1. Metabolismul bacterian

Epurarea biologică se realizează ca urmare a metabolismului bacterian. Metabolismul bacterian reprezintă totalitatea proceselor implicate în activitatea biologică a unei celule, prin intermediul cărora energia şi elementele nutritive sunt preluate din mediul înconjurător şi utilizate pentru biosinteză şi creştere, ca şi

[1] În ultima perioadă, sunt tot mai multe cercetările referitoare la aplicarea procedeului anaerob şi la epurarea unor ape uzate foarte concentrate.

pentru alte activităţi fiziologice secundare (mobilitate, luminiscenţă etc.). În urma acestor procese, substanţele din mediu (elementele nutritive) sunt transformate în constituenţi celulari, energie şi produse de uzură.

Elemente generale. După cum procesele metabolice sunt însoţite de consum sau eliberare de energie, ele sunt de două tipuri:

— procese de dezasimilaţie (exoterme), prin care se eliberează energie în urma degradării substanţelor din mediu; ele corespund catabolismului;

— procese de asimilaţie (endoterme), în care se sintetizează componenţi celulari; ele corespund anabolismului.

Aceste două procese sunt strâns interconectate, astfel încât prin degradarea substanţelor din mediu se asigură pe lângă energie şi blocurile de construcţie chimică sau precursorii acestora, necesari sintezei componenţilor celulari.

În ansamblu, diferitele reacţii biochimice ale metabolismului îndeplinesc patru funcţii esenţiale pentru viaţa celulei, şi anume:

— producerea subunităţilor folosite pentru construcţia constituenţilor celulari, pornind de la substanţele nutritive;

— eliberarea de energie şi stocarea acesteia sub diverse forme;

— activarea subunităţilor de construcţie pe baza energiei stocate;

— formarea de nou material celular prin utilizarea substanţelor.

Aceste aspecte sunt reprezentate schematic în fig. 6.1.

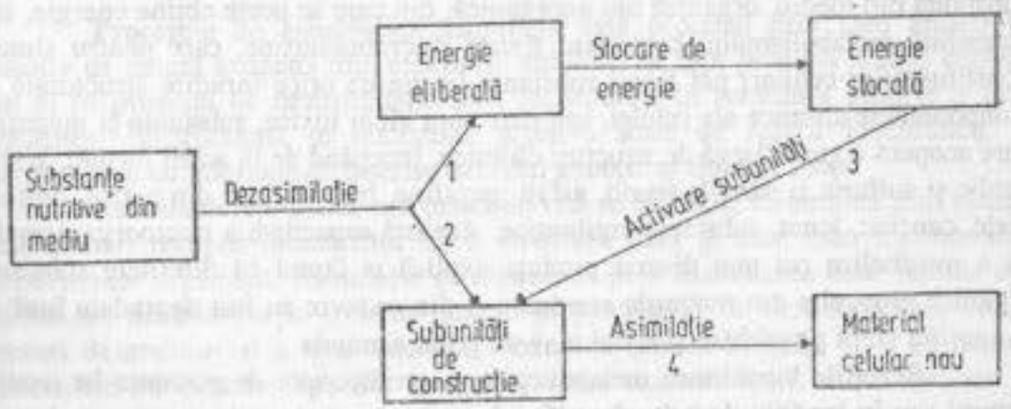


Fig. 6.1. Reprezentarea schematică a procesului de metabolism.

Una dintre caracteristicile distinctive ale activităţii metabolice bacteriene este intensitatea ei excepţională, comparativ cu aceea a activităţilor omoloage ale organismelor superioare. Astfel, activitatea respiratorie a unui gram (exprimat ca substanţă uscată) de bacterii aerobe este de câteva sute de ori mai intensă decât cea

a omului, iar potenţialul metabolic al microorganismelor din cei 25 cm superficiali ai solului de pe o suprafaţă de 1 ha este echivalent cu acela al câtorva zeci de mii de oameni. Aceste date ilustrează capacitatea imensă a acestor vieţuitoare, caracterizate, în plus, printr-o aptitudine cu totul deosebită de a supravieţui în condiţii de viaţă foarte variate. Pentru a atinge un astfel de nivel metabolic, organismul uman ar avea nevoie de mai multe mii de tone de alimente pe oră. O atare intensitate a activităţii metabolice, puţin comună în lumea vie, este posibilă în bună parte datorită suprafeţei foarte mari a celulelor microbiene în raport cu greutatea lor. Ca urmare, aceste organisme au o suprafaţă foarte largă de contact cu mediul înconjurător, deci de schimb de substanţe între celulă şi mediu. Pe de altă parte, ar exista în natură o regulă conform căreia viteza metabolismului de care depinde viteza de creştere ar fi invers proporţională cu mărimea organismului. Ca atare, cu cât corpul unui organism este mai mic, cu atât metabolismul său este mai intens şi creşterea sa mai rapidă.

Excepţionala viteză de creştere a bacteriilor reprezintă un avantaj important pentru supravieţuirea populaţiilor bacteriene în natură şi, în acelaşi timp, constituie factorul principal care condiţionează dimensiunile mici ale celulei bacteriene.

Considerate în ansamblu, bacteriile îşi pot realiza metabolismul utilizând practic numeroasele şi diferitele surse de substanţe nutritive de la azot molecular, bioxid de carbon, sulf şi până la substanţele organice complexe. Aproape orice substanţă din mediu, organică sau anorganică, din care se poate obţine energie, este accesibilă metabolismului bacterian. Există microorganisme, care pentru sinteza constituenţilor celulari pot folosi substanţe lipsite de orice înrudire structurală cu componentele chimice ale celulei, sau care sunt chiar toxice, substanţe şi materiale care acoperă o gamă largă de structuri chimice, începând de la acizii formic, acetic, oxalic şi sulfuric şi până la fenoli, asfalt, parafine, hidrocarburi din petrol, chitină, piele, cauciuc, lemn, substanţe antibiotice. Această capacitate a microorganismelor de a metaboliza cei mai diverşi produşi explică şi faptul că diferitele substanţe organice provenite din materiile reziduale şi din cadavre au fost degradate încă de la apariţia vieţii pe pământ şi astfel nu s-au putut acumula.

Reacţiile biochimice metabolice sunt condiţionate de prezenţa în mediul natural sau în mediile de cultură artificiale a tuturor materialelor necesare pentru sinteza constituenţilor celulari şi pentru obţinerea energiei. Aşadar, în mediile uzuale de cultură trebuie să se găsească, în primul rând, surse de C, H, O, N, P, S – apoi în cantităţi mai mici – surse de K, Mg, Mn, Na, Ca, Fe, Cl^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-} şi, în sfârşit, în concentraţii infime Zn, Co, Mo, aşa-numitele oligoelemente, indispensabile activităţii metabolismului bacterian.

Procesele de dezasimilaţie. Energia necesară reacţiilor de biosinteză a constituenţilor celulari se obţine în procesul de dezasimilaţie. Eliberarea de energie se realizează în trei faze distincte.

În prima fază a degradării, macromoleculele de origine biologică sunt descompuse la unităţile lor de construcţie: proteinele la aminoacizi, grăsimile la glicerină şi acizi graşi, iar glucidele la hexoze, pentoze etc. În această fază se eliberează mai puţin de 1% din energia totală a macromoleculelor. Această energie se pierde în mare parte sub formă de căldură.

În faza a doua, moleculele rezultate din degradarea efectuată în faza precedentă sunt transformate mai departe în alţi produşi, cu formare de CO_2 şi H_2O. Se eliberează în această fază circa o treime din întreaga energie conţinută în substanţele nutritive.

Cea de a treia fază a procesului de eliberare a energiei se realizează pe două căi:

— o cale prin care substanţele nutritive sunt descompuse integral la CO_2 şi H_2O şi în care se eliberează o cantitate mare de energie;

— o a doua cale, prin care substanţele nutritive sunt descompuse numai parţial, formându-se o mulţime de produşi intermediari (numiţi produşi de fermentaţie); eliberarea de energie în acest caz este mult mai slabă.

Toate procesele de degradare (*de dezasimilaţie*) au loc în urma unor reacţii de oxidoreducere.

Procesele de asimilaţie. Asimilaţia este procesul prin care materialul nutritiv de natură exogenă (din exteriorul celulei), de fapt produşii simpli derivaţi din el în procesul de dezasimilaţie sunt încorporaţi în substanţa proprie a unui organism. Încorporarea se realizează printr-o serie de reacţii biochimice, în conformitate cu informaţiile înscrise în codul genetic al fiecărei specii.

Asimilaţia reprezintă, din punct de vedere biologic, elaborarea prin biosinteză a unui compus asemănător cu o structură dată şi care este caracteristică respectivului organism. Asimilaţia se realizează prin asamblarea unui număr mic de blocuri de construcţie (produşi simpli ai procesului de dezasimilaţie), reprezentate de aminoacizi şi baze nucleice – comune tuturor fiinţelor vii – în macromoleculele cu caracter specific (proteine, acizi nucleici etc.). Acest proces de asimilaţie, de sinteză a macromoleculelor, este posibil datorită unor enzime specifice şi datorită prezenţei în celula vie a materialului genetic – purtător al informaţiei ereditare – care joacă rolul de model sau de tipar în biosinteză.

Reacţiile implicate în metabolismul celular sunt coordonate de un mare număr de sisteme enzimatice, care catalizează toate transformările ce au loc în procesele de dezasimilaţie şi asimilaţie. Natura, cantitatea şi activitatea acestor enzime sunt reglate în aşa fel încât să asigure celulelor bacteriene un echilibru

stabil sub raportul conservării caracterelor specifice, dar în acelaşi timp, suficient de suplu şi de dinamic pentru a le permite o adaptare continuă la condiţiile schimbătoare ale mediului.

Fiecare enzimă are o temperatură optimă de activitate; sub această temperatură, reacţia se desfăşoară încet; peste aceasta, poate apărea inactivitatea termică a enzimei, datorită degradării structurii proteice a acesteia.

Mediul prea acid sau prea bazic (de fapt *p*H-ul) poate inactiva reacţiile catalizate de enzime.

Enzimele mai pot fi inactivate şi de următorii factori: agitare mecanică violentă, ultrasunete, radiaţii, metale grele (Fe, Mg, Ag, Cu), cianuri, agenţi oxidanţi etc.

Totodată, concentraţiile prea mari de substanţe nutritive prezente în mediul de creştere conduc la inactivarea enzimelor.

6.2. Creşterea şi multiplicarea celulară

Creşterea unui microorganism se realizează prin depunerea uni, bi şi tridimensională de substanţă nouă, ceea ce determină mărirea unui individ (celulă) în sensul celor trei dimensiuni.

Creşterea unei celule nu se face la infinit, ci se întrerupe la un moment dat, când se produce diviziunea şi are loc multiplicarea. Iniţial, s-a crezut că încetarea creşterii ar fi rezultatul unor factori interni, controlaţi genetic, iar diviziunea ar fi rezultatul unor modificări ale raportului dintre masa citoplasmei şi aceea a substanţei nucleului.

Se admite azi, că activitatea normală a unei celule este condiţionată de existenţa unui anumit raport între volumul celulei care îl consumă şi suprafaţa ei, prin care se face adsorbţia substanţelor nutritive şi eliminarea produşilor de degradare (de uzură). Atunci când disproporţia suprafaţă-volum atinge un punct critic, raportul lor adevărat se restabileşte prin diviziunea celulei ajunsă la limita ei de creştere.

Întrucât în procesul de epurare biologică creşterea şi multiplicarea bacteriilor sunt de importanţă deosebită, în continuare sunt prezentate aspecte legate de aceasta.

În cazul în care condiţiile de mediu sunt optime, creşterea bacteriană este un proces rapid; celula se multiplică în două, procesul decurgând în continuare logaritmic, cele două celule formate simultan crescând până la o nouă diviziune. Timpul unei generaţii, adică perioada necesară pentru ca o populaţie bacteriană să-şi dubleze numărul de indivizi poate fi pentru multe bacterii implicate în epurarea apelor destul de scurt, de 15–20 min. S-a calculat că în 48 de ore o celulă ar putea da naştere la 2^{144} celule cu o greutate de $2 \cdot 10^{28}$ t, deci de 4000 de ori mai

mare decât greutatea pământului. În realitate, creşterea microorganismelor este restrânsă în mod considerabil de unii factori principali: scăderea până la epuizare a substanţelor nutritive necesare sintezei, acumularea în mediu a produşilor de metabolism toxici, schimbările de *p*H etc.

Dacă într-un volum limitat de soluţie nutritivă se introduc câteva bacterii cu capacitate de multiplicare (inocul), iar cultura este menţinută în condiţii constante, creşterea bacteriilor va urma aceeaşi cale pentru toate tipurile de bacterii, reprezentată prin aşa-numita curbă de creştere (fig. 6.2).

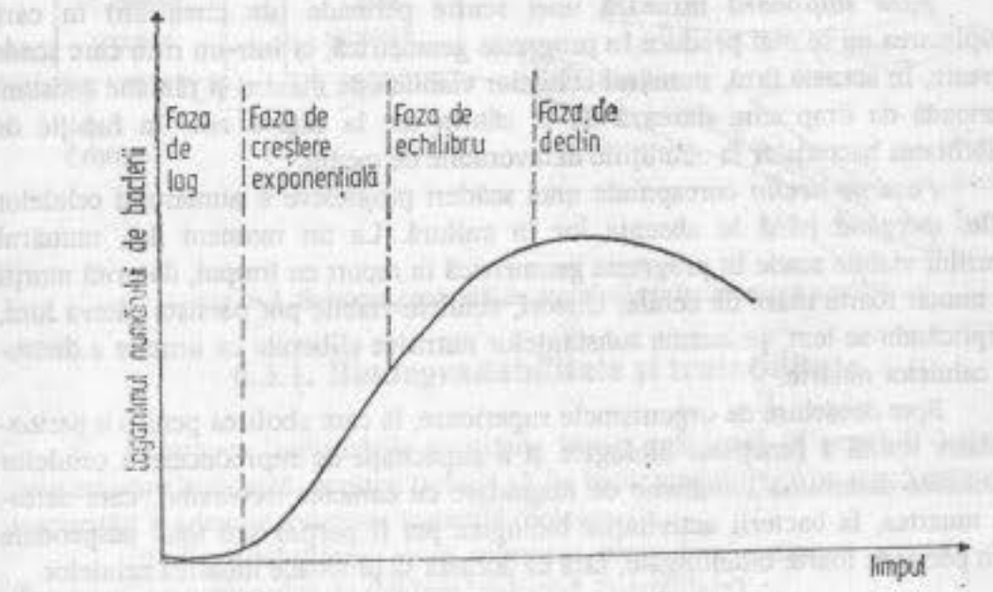


Fig. 6.2. Curba de creştere a microorganismelor.

În condiţii experimentale procesul este bine cunoscut şi evoluează într-o serie de faze succesive.

Faza de latenţă (de lag) este cuprinsă între momentul introducerii celulelor în mediu (însămânţare) şi momentul în care ele încep să se multiplice. Această fază apare ca o perioadă de adaptare la condiţiile noi de cultură, în care bacteriile viabile din inocul îşi acumulează în celulă metaboliţii esenţiali şi sistemele enzimatice necesare creşterii, în cazul în care aceste componente biochimice le lipseau datorită condiţiilor de viaţă anterioare însămânţării.

Faza de multiplicare sau de creştere logaritmică este caracterizată prin aceea că după o scurtă perioadă (circa 2h) de accelerare a ritmului de creştere, în care multiplicarea se produce cu o viteză progresiv mărită, acest ritm devine

constant şi caracteristic, pentru un organism dat, în anumite condiţii de cultură, durata unei generaţii fiind minimă.

În condiţii ideale de creştere şi multiplicare, cantitatea de materie vie creşte în funcţie de timp după o progresie geometrică, adică se multiplică cu un factor constant la fiecare unitate de timp. Deşi tipic pentru bacterii, capacitatea de creştere exponenţială se manifestă ca atare numai o scurtă perioadă de timp, atât în natură cât şi în condiţii artificiale de laborator. După un timp relativ scurt, tendinţa de multiplicare scade progresiv, datorită epuizării substanţelor nutritive din mediu şi a acumulării în el a produselor de dezasimilaţie în concentraţii cu efect inhibitor.

Faza staţionară urmează unei scurte perioade (de circa 2h) în care multiplicarea nu se mai produce în progresie geometrică, ci într-un ritm care scade progresiv. În această fază, numărul celulelor viabile este maxim şi rămâne constant o perioadă de timp care durează de la câteva ore la câteva zile, în funcţie de sensibilitatea bacteriilor la condiţiile defavorabile de mediu.

Faza de declin corespunde unei scăderi progresive a numărului celulelor viabile, mergând până la absenţa lor în cultură. La un moment dat, numărul bacteriilor viabile scade în progresie geometrică în raport cu timpul, datorită morţii unui număr foarte mare de celule. Uneori, celulele viabile pot persista câteva luni, multiplicându-se lent, pe seama substanţelor nutritive eliberate ca urmare a distrugerii celulelor moarte.

Spre deosebire de organismele superioare, la care abolirea pentru o perioadă relativ scurtă a funcţiilor biologice şi a capacităţii de reproducere a celulelor componente determină fenomene de degradare cu caracter ireversibil, care determină moartea, la bacterii activităţile biologice pot fi parţial sau total suspendate pentru perioade foarte îndelungate, fără ca aceasta să provoace moartea celulelor.

6.3. Epurarea biologică aerobă

Procesul de epurare aerobă are loc astfel (fig. 6.3): substanţele organice din apele uzate sunt adsorbite şi concentrate la suprafaţa biomasei; aici, prin activitatea enzimelor eliberate de celulă (exoenzimele), substanţele organice sunt descompuse în unităţi mai mici, care pătrund în celula microorganismelor, unde sunt metabolizate: prin metabolizare se obţin produşi de descompunere (CO_2, H_2O etc.), energie şi material celular nou.

Procesele în mediu aerob conduc la oxidarea completă a substanţelor organice, până la CO_2 şi H_2O, eliberându-se astfel importante cantităţi de energie. De exemplu, la oxidarea glucozei conform reacţiei:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

se obţin 680 kcal.

Epurarea biologică aerobă se poate realiza atât în bazine cu nămol activ (bazine de aerare, iazuri biologice etc.) cât şi în bazine cu film biologic (filtre biologice, biodiscuri etc.).

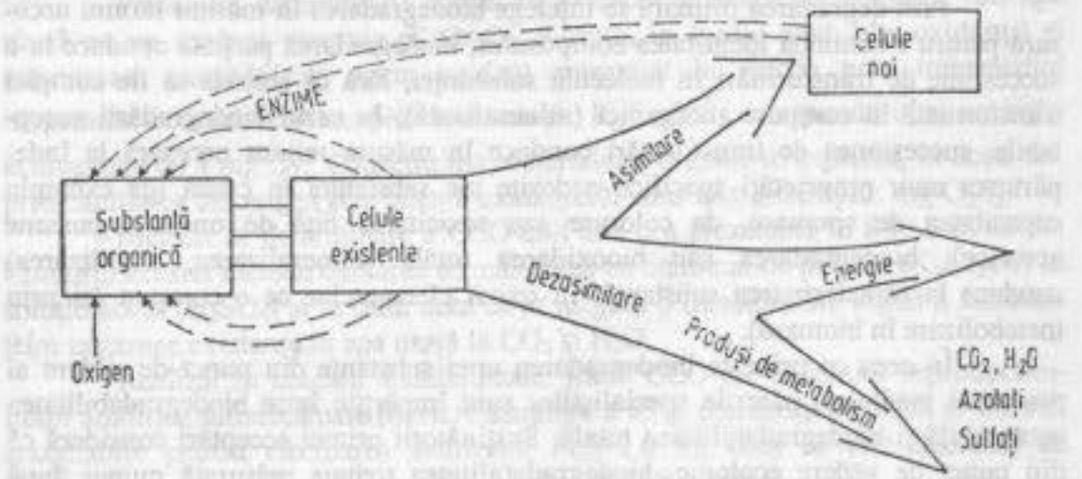


Fig. 6.3. Schema generală de metabolism în epurarea aerobă.

6.3.1. Biodegradabilitate şi tratabilitate

Pentru ca impurităţile conţinute într-o apă uzată să poată fi îndepărtate prin epurare biologică, acestea trebuie să fie biodegradabile. Apa uzată care conţine impurităţi biodegradabile este tratabilă biologic.

Biodegradabilitatea unei substanţe este, deci, calitatea acesteia de a fi degradată prin procedee de oxidare biologică (biooxidare).

Apele uzate menajere conţin suficiente cantităţi de substanţe nutritive (glucide, proteine, lipide şi derivaţi ai acestora), factori de creştere, săruri minerale, pentru a constitui un mediu adecvat dezvoltării şi mutiplicării microorganismelor nămolului activ şi filmelor biologice.

Apele uzate industriale cu conţinut de substanţe organice, de cele mai multe ori de sinteză, trebuie abordate cu multă atenţie din acest punct de vedere; ele conţin, de cele mai multe ori, substanţe ce nu se degradează biologic, mai mult, chiar toxice pentru cultura de microorganisme.

Este interesant că în legătură cu calitatea unei substanţe de a fi biodegradată, în domeniul protecţiei apelor nu există o definiţie unică, acceptată de toţi specialiştii. Deşi prin degradare biologică sau biodegradare se înţeleg procesele fizico-chimice şi biochimice prin care o substanţă este transformată de către organisme, în mediu şi în condiţii naturale sau în mediu şi condiţii artificiale, în aşa fel încât îşi pierde identitatea, deci biodegradarea poate fi definită ca distrugere

a compuşilor chimici prin acţiunea biologică a organismelor vii, în domeniul protecţiei şi epurării apelor pot fi luate în considerare mai multe grade de degradare biologică: primară, parţială, acceptabilă şi totală.

Prin degradarea primară se înţelege biodegradarea în măsura minim necesară pentru a schimba identitatea compusului; biodegradarea parţială conduce la o succesiune de transformări în molecula substanţei, fără ca aceasta să fie complet transformată în compuşi anorganici (mineralizată); în cazul biodegradării acceptabile, succesiunea de transformări conduce în măsura minim necesară la îndepărtarea unor proprietăţi specifice nedorite ale substanţei în cauză (de exemplu capacitatea de spumare, de colorare sau toxicitatea faţă de unele organisme acvatice); biodegradarea sau biooxidarea totală (mineralizarea, stabilizarea) conduce la transformarea substanţei în oxizii elementelor ce o compun (şi prin metabolizare în biomasă).

În ceea ce priveşte biodegradarea unei substanţe din punct de vedere al protecţiei mediului, părerile specialiştilor sunt împărţite între biodegradabilitatea acceptabilă şi biodegradabilitatea totală. Susţinătorii primei acceptări consideră că din punct de vedere ecologic, biodegradabilitatea trebuie măsurată numai după efectele asupra mediului înconjurător. Îndepărtarea efectelor nocive poate cere mai mult decât biodegradarea primară şi posibil mai puţin decât biodegradarea totală.

Tratabilitatea unei ape uzate reprezintă capacitatea acesteia de a-şi micşora complexitatea şi numărul componenţilor organici, datorită acţiunii microorganismelor prezente în instalaţiile de epurare; în acelaşi timp, este necesar ca biomasa să se dezvolte ca urmare a proceselor de asimilare. Apele uzate care conţin compuşi degradabili se numesc tratabile biologic.

Tratabilitatea apelor uzate poate fi exprimată prin îndepărtarea substanţelor organice totale din apă sau prin îndepărtarea substanţelor asimilabile; în acelaşi timp, concentraţia materiilor în suspensie dă indicaţii asupra creşterii biomasei.

Pot fi considerate ape tratabile biologic, în sensul definiţiei de mai sus, apele uzate care în timpul trecerii prin instalaţiile de epurare corect dimensionate permit îndepărtarea substanţelor organice totale (CCO) în procente de 60–90%, iar a substanţelor asimilabile (CBO_5) în procente de 80–98%.

6.3.2. Exprimarea cantitativă a conţinutului de impurităţi din apele uzate

În general, pentru uzul curent al determinărilor cantitative de substanţe organice din apele naturale, apele uzate, efluenţii epuraţi se folosesc următoarele metode: consumul chimic de oxigen (CCO), consumul biochimic de oxigen (CBO) şi carbonul organic total (COT).

Consumul chimic de oxigen, CCO-ul, este un indicator care exprimă în mod indirect conţinutul materialului organic al unei soluţii (ape uzate), prin intermediul oxigenului echivalent necesar oxidării chimice al acestuia.

Principiul determinării constă în oxidarea substanţelor organice din apa uzată cu un oxidant puternic ($K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$ în mediu acid, alţi oxidanţi) şi exprimarea cantităţii de agent oxidant consumat în reacţie prin intermediul oxigenului echivalent (exemplu: 1ml soluţie $K_2Cr_2O_7^{1N}$ corespunde unei cantităţi echivalente de 8 mg O_2). Concentraţia materialului organic se exprimă, în acest fel, prin cantitatea de oxigen echivalentă oxidantului consumat (exemplu: mg O_2/l).

Metoda de determinare a CCO-ului este cea prezentată în STAS 6952-84. Conform acestei metode oxidarea se realizează cu bicromat de potasiu ($K_2Cr_2O_7$) în soluţie acidă (H_2SO_4) şi la cald, ceea ce ar asigura o transformare totală a substanţelor organice existente în apa uzată la CO_2 şi H_2O.

Realizat în condiţii standardizate, testul CCO are avantajul reproductibilităţii analitice satisfăcătoare (deviere standard ± 8%), precum şi pe acela ar duratei acceptabile pentru efectuarea analizelor (1,5–2,0 h), ceea ce este deosebit de important pentru controlul procesului de epurare într-o staţie.

Unele substanţe organice, de exemplu hidrocarburi aromatice, piridină şi derivaţii acesteia, amine alifatice sunt oxidate parţial sau nu sunt oxidate prin această metodă; alte substanţe organice, ca de exemplu alcanii, acizii *n*-alchilic sunt oxidate numai în prezenţa catalizatorului sulfat de argint. Interferenţele pozitive sunt date de substanţele anorganice reducătoare, precum şi de cloruri. Datorită complicaţiilor oxidării clorurilor, mai ales în prezenţa substanţelor conţinând azot, precizia rezultatelor testului CCO în determinările cu soluţii saline este scăzută. Interferenţa clorurilor se înlătură prin adaos de sulfat mercuric care complexează ionul clor.

Consumul biochimic de oxigen, CBO, este un indicator care exprimă, în mod indirect, cantitatea de material organic existent în apa uzată prin intermediul oxigenului necesar oxidării biochimice a acestuia.

Principiul metodei constă în punerea în contact, într-un vas închis ermetic, a soluţiei de analizat cu o cantitate mică de suspensie de microorganisme (inocul sau însămânţare) şi determinarea consumului de oxigen în interiorul vasului într-un interval fix de timp (perioadă de incubare). CBO-ul evaluează cantitatea de oxigen consumată de către microorganismele introduse cu inoculul în reacţiile biochimice de transformare metabolică a impurităţilor. Concentraţia impurităţilor se exprimă prin cantitatea de oxigen consumată raportată la volumul soluţiei (exemplu: mg/l O_2). Dacă CCO-ul este o măsură a concentraţiei substanţei organice totale existente în apele uzate, CBO-ul este o măsură numai a concentraţiei substanţelor organice ce pot fi consumate de microorganisme pentru creştere şi necesităţi energetice. CCO-ul este întotdeauna mai mare decât CBO-ul.

CBO-ul se poate determina prin metoda diluției (STAS 6560-82) și cu ajutorul aparatelor respirometrice (Hach, Sapromat etc.).

Determinarea CBO-ului prin metoda diluției este supusă criticilor, în special în situațiile în care se aplică unor soluții cu conținut mai ridicat de substanțe organice (concentrații de ordinul gramelor la litru). În aceste cazuri, probele de analizat trebuie mult diluate pentru a se putea asigura oxigenul necesar reacțiilor biochimice de către oxigenul dizolvat existent în proba diluată. Diluția se realizează cu o apă saturată în oxigen (v. metoda standardizată). Prin diluție se modifică însă condițiile de mediu create microorganismelor în diverse flacoane puse la incubat și se obțin, din acest motiv, abateri importante ale consumului de oxigen de la o diluție la alta, pentru aceeași probă.

Consumul biochimic de oxigen rezultă din diferența între concentrațiile oxigenului dizolvat în probele supuse testului la începutul și la sfârșitul perioadei de incubare, ținându-se seama de diluția probei și de consumul de oxigen datorat apei de diluție. Consumul biochimic de oxigen depinde de perioada de incubare. Determinările experimentale au arătat că după 5 zile de incubare se consumă circa 80–90% din substanța organică prezentă în apa uzată. Această valoare a consumului biochimic la 5 zile (CBO_5) a fost reținută și reprezintă, în mod convențional, parametrul cel mai folosit în aprecierea calității apelor de suprafață sau a conținutului de impurități organice biodegradabile în apele uzate.

Consumul biochimic de oxigen (CBO) este o însumare a oxigenului necesar următoarelor procese:

— oxidarea carbonului și a hidrogenului din substanțele organice folosite ca sursă de hrană de către microorganismele aerobe (CBO–C);

— oxidarea azotului din azotiți, amoniac și substanțe organice cu azot, care servește ca sursă de hrană pentru bacterii specifice, de exemplu pentru Nitrosomonas și Nitrobacter (CBO–N);

— oxidarea unor substanțe reducătoare (ioni feroși, sulfiți, sulfuri etc.), care reacționează chimic cu oxigenul molecular dizolvat.

În general, la apele uzate brute, procesul de nitrificare (oxidarea biochimică a azotului din diferite surse conținând acest element) începe între a cincea și a șaptea zi de la incubarea probelor, astfel că pentru CBO_5, nitrificarea nu pune, de obicei, probleme la evaluarea rezultatului. Testul a fost făcut mai reproductibil și mai precis prin suprimarea nitrificării datorită adaosului de aliltiouree, ceea ce permite determinarea numai a CBO–carbon.

Pentru perioadele de incubare, în afară de cinci zile, mai există un termen cu semnificație, și anume valoarea consumului biochimic de oxigen la a douăzecea zi de la incubare, respectiv CBO_{20}. Această valoare este folosită în multe cazuri convențional pentru aprecierea CBO final; ea ar indica un consum de circa 98,9% al substanțelor organice din apele uzate.

De o mare importanță în determinarea CBO-ului este însămânțarea (inoculul). Problema însămânțării se pune atât calitativ cât și cantitativ. Astfel, dacă se însămânțează proba cu o cantitate prea mică de bacterii, creșterea acestora este mult încetinită și valoarea obținută pentru CBO este mai mică. Determinările experimentale au arătat că valori ale concentrațiilor de bacterii superioare la 10^3/ml nu au un efect semnificativ asupra determinării. Bacteriile utilizate în cazul testului trebuie să fie aclimatizate, deci apte să metabolizeze impuritățile care se găsesc în apa uzată. Utilizarea bacteriilor neadaptate la impuritățile din apa uzată conduce la valori mici ale CBO-ului, deoarece este mult întârziată creșterea. Problema adaptării bacteriilor se pune cu deosebită pregnanță în condițiile în care se analizează apele uzate industriale. Microorganisme adaptate pentru apele uzate industrial se pot obține din: efluentul stațiilor de epurare biologică; apa râului în aval, la o distanță relativ mică de gura de evacuare a efluentului industrial; efluentul unei instalații de laborator cu nămol activ, care prelucrează apa uzată dată.

Conținutul total de carbon organic (COT) este alt indicator pentru impuritățile din apele uzate. Pentru realizarea acestei determinări sunt necesare însă tehnici analitice mai deosebite sau aparate speciale. În acest caz, impuritățile sunt exprimate tot cu ajutorul unui parametru global (COT), care ilustrează conținutul total în carbon a tuturor moleculelor organice aflate ca impurități în apele uzate.

6.3.3. Microorganismele în procesul de epurare

Compoziția biomasei. Pentru a putea stabili performanțele procesului de epurare biologică este necesară cunoașterea calitativă și cantitativă a biomasei care se găsește în instalație. În cazul în care biomasa este depusă pe un suport inert (film biologic), cantitatea acesteia, în proces, se consideră proporțională cu suprafața specifică a umpluturii sau cu aria pe care crește. În cazul nămolului activ, este necesară stabilirea concentrației de biomasă.

În bazinele cu nămol activ, biomasa se prezintă sub forma unor flocoane a căror culoare variază de la galben-brun la aproape negru, în funcție de calitatea apei uzate. Floconul reprezintă unitatea structurală a nămolului activ; privit la microscop, el reprezintă o imagine complexă, caracterizată printr-o masă gelatinoasă secretată de bacterii (masă zoogleală), în care sunt cuprinse bacteriile, dar și substanțe organice și anorganice inerte; printre flocoane trăiesc metazoare și protozoare. Ca structură, flocoanele de nămol activ variază în funcție de condițiile de mediu și de principalele microorganisme existente. În acest sens, pot exista de la flocoane dense formate din îngrămădiri de bacterii la flocoane laxe, formate din împâsliturі de bacterii filamentoase sau din ciuperci.

Speciile de microorganisme care formează nămolul activ sunt considerate întâmplătoare, în sensul că nu sunt adăugate în mod deliberat în sistem. Populaţia de microorganisme ce alcătuiesc nămolul activ suferă variaţii calitative şi cantitative, în funcţie de diferiţi factori de mediu, ceea ce conduce la predominanţa temporară a anumitor specii de microorganisme.

Bacteriile din nămolul activ sunt organisme monocelulare, care utilizează pentru creştere şi în scop energetic hrana solubilă; fiecare celulă este un organism independent, capabil să execute toate funcţiile necesare vieţii. Mărimea unei bacterii variază în timpul creşterii între 0,3 şi 50 μ. Bacteriile comune nămolului activ au limitele cuprinse între 0,5 şi 3 μ. Bacteriile sunt formate din 80% apă şi 20% substanţă uscată, din care 90% reprezintă substanţe organice. Fracţia organică are compoziţia medie 53% C, 29% O, 12% N, 6% H, ceea ce conduce la o formulă empirică aproximativă $C_5H_7O_2N$. Fracţia anorganică este formată din 50% P_2O_5, 6% K_2O, 11% Na_2O, 8% MgO, 9% CaO, 15% SO_4^{2-}, 1% Fe_2O_3. Aceste elemente de bază trebuie luate din mediu. Din punct de vedere cantitativ au fost raportate valori de $10^8 - 10^{10}$ bacterii/ml de suspensie de nămol activ; în bazinul cu nămol activ se consideră $10^{11} - 10^{12}$ bacterii/l de suspensie (în care, în mod obişnuit, se găsesc 2000 – 5000 mg suspensii uscate).

În strânsă asociere cu bacteriile trăiesc bacteriofagii, protozoare (flagelate, ciliate), metazoare (rotiferi, nematode) şi uneori alge, actinomicete, ciuperci, crustacee. Densitatea membrilor acestui grup secundar este reglată prin interdependenţă directă cu membrii grupului de bacterii.

Determinarea cantitativă a biomasei (nămolul activ). Determinarea concentraţiei de biomasă într-o instalaţie de epurare se face prin cântărire, în mod similar cu stabilirea conţinutului de suspensii dintr-o apă uzată. Proba de nămol activ se ia, se centrifughează sau filtrează şi se usucă la 103...105 °C sau la 179...181 °C. STAS 6953-81 indică uscarea la 105 °C. Reziduul uscat (SU) obţinut la această temperatură mai scăzută poate reţine însă apă de hidratare sau apă internă, care se îndepărtează greu, ceea ce necesită timp mai îndelungat pentru atingerea greutăţii constante. Reziduul uscat la temperatură mai mare pierde cu mai multă uşurinţă apa reţinută mecanic, dar poate pierde prin volatilizare şi unele substanţe organice şi săruri anorganice. Unii specialişti preferă totuşi uscarea la 179...181 °C.

Materiile în suspensie ce alcătuiesc biomasa sunt amestecuri de substanţe organice şi anorganice ce intră atât în compoziţia materiei vii cât şi nevii. Substanţele organice din biomasă se determină, în ansamblu, din reziduul uscat, deci din materiile în suspensie, prin calcinare la 600 °C. Pierderea la calcinare este considerată ca partea organică a biomasei (materii în suspensie volatilă sau

substanţă volatilă – SV). Substanţa organică vie, deci partea viabilă, activă a biomasei, încă nu se determină printr-o metodă unitară. Se apreciază ca parte vie a biomasei un procent destul de scăzut al suspensiilor volatile, şi anume de 25–30% sau chiar 10–15%.

Concentraţia de organisme vii variază în funcţie de calitatea apei uzate şi de condiţiile din instalaţie.

6.4. Epurarea biologică cu nămol activ

Schema tipică a epurării biologice aerobe cu nămol activ este prezentată în fig. 6.4. Influentul cu conţinutul de impurităţi organice, dizolvate şi/sau dispersate coloidal, este pus în contact într-un bazin de aerare cu cultura mixtă de microorganisme – nămol activ – care consumă impurităţile degradabile biologic din apa uzată. Apa epurată se separă apoi gravitaţional de nămolul activ în decantorul secundar. O parte din nămolul activ, separat în decantorul secundar, este recirculată în bazinul de aerare, iar altă parte este evacuată ca nămol în exces în decantorul primar în aşa fel încât în bazinele de aerare se menţine o concentraţie relativ constantă de nămol activ; în bazinul de aerare cultura de microorganisme este menţinută în condiţii de aerare, printr-un aport permanent de aer sau oxigen.

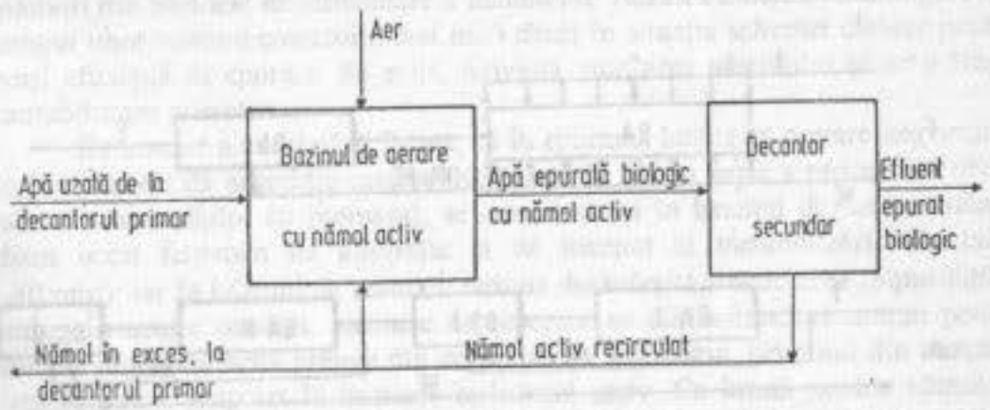


Fig. 6.4. Schema tipică a unei instalaţii de epurare biologică cu nămol activ.

6.4.1. Variante ale procesului cu nămol activ

Modul în care se realizează curgerea apei prin bazinul de aerare, recircularea nămolului activ, aportul oxigenului depind de tipul instalaţiei utilizate în operaţiile de epurare. În acest sens, se cunosc mai multe scheme tehnologice ale procesului cu nămol activ.

Schema epurării clasice – convenţionale (fig. 6.5, *a*) este prima schemă folosită pentru epurarea apei cu nămol activ. Ea a fost adaptată şi încercată la Manchester, în anul 1916, unde a fost pus în funcţiune primul bazin cu nămol activ.

Schema distribuţiei în etape a încărcării organice din apă (fig. 6.5, *b*) se caraterizează prin alimentarea apei în mai multe puncte de-a lungul bazinului, ceea ce conduce la anularea în parte a efectului variaţiei concentraţiei impurităţilor din apa uzată asupra nămolului activ. Alimentarea biomasei este mai echilibrată, devenind aproape egală în lungul bazinului.

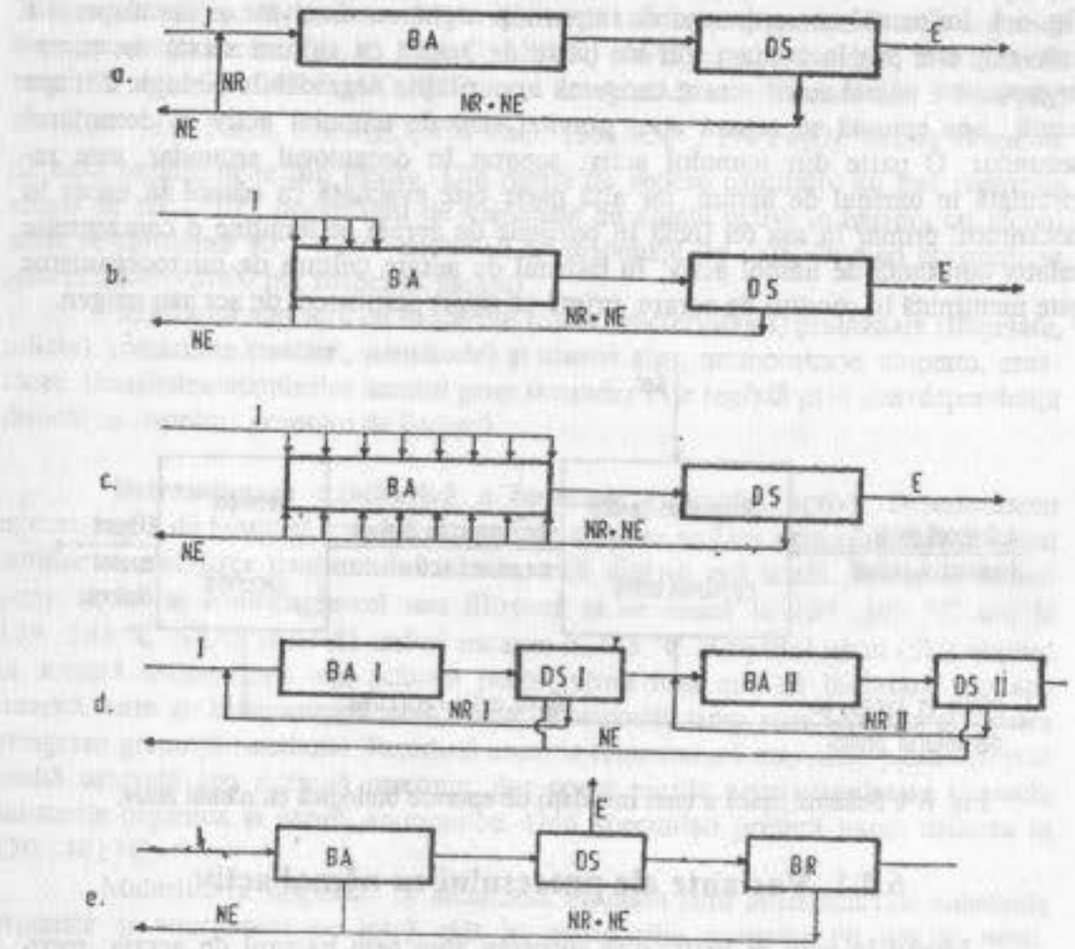


Fig. 6.5. Scheme uzuale pentru epurarea apelor uzate cu nămol activ:
I – influent; *E* – efluent; *BA* – bazin de aerare; *DS* – decantor secundar; *NR* – nămol recirculat; *NE* – nămol în exces.

Schema distribuţiei uniforme a încărcării organice şi a nămolului activ recirculat (fig. 6.5, *c*) realizează o distribuţie aproape egală a impurităţilor din apă şi a nămolului în întregul volum al bazinului de aerare. Accesul influentului şi al nămolului activ în bazin se poate face la suprafaţa apei, ceea ce conduce la o aerare suplimentară a acestora. Acest mod de a introduce apa şi nămolul în bazin contribuie şi la combaterea fenomenului de spumare produs de detergenţi sau alte substanţe tensioactive.

Schema epurării în două trepte (fig. 6.5, *d*) corespunde la trecerea apei printr-o pereche de bazine de aerare şi de decantoare secundare. Nămolul rezultat din decantarea secundară este fie înapoiat (nămol de recirculare) sau îndepărtat (nămol în exces) în cadrul fiecărei trepte, fie că numai nămolul în exces dintr-o treaptă este recirculat în cealaltă, de unde este apoi îndepărtat cu nămolul în exces al acestei trepte. În acest sens, cele două feluri de nămol pot fi mai bine folosite printr-o distribuţie mai raţională în cadrul instalaţiei.

Schema de epurare cu regenerarea (reaerarea) nămolului sau a stabilizării de contact (fig. 6.5, *e*). Reaerarea nămolului din decantoarele secundare a fost prevăzută iniţial pentru îmbunătăţirea calităţii lui, în vederea recirculării; în acest scop, nămolul este reţinut în bazine de reacrare un timp mai îndelungat, pentru a-şi micşora volumul şi a fi mai uşor de pompat. La reaerarea nămolului a trebuit însă să se adauge şi hrana corespunzătoare, în care scop s-a introdus supernatantul (apa de nămol) din bazinele de fermentare a nămolului. Această schemă tehnologică are avantajul unor volume construite mai mici decât în situaţia schemei clasice pentru aceeaşi eficienţă de epurare. Se evită, totodată, umflarea nămolului şi se măreşte decantabilitatea acestuia.

Ca urmare a constatării făcute, că în epurarea biologică o mare importanţă o au fenomenele de adsorbţie care se desfăşoară în prima parte a procesului (după contactul impurităţilor cu biomasa), se consideră că în bazinul de aerare trebuie realizat acest fenomen de adsorbţie şi de început al metabolizării (în circa 30–40 min), iar în bazinul de reacrare trebuie desăvârşită stabilizarea impurităţilor reţinute. În aceste condiţii, bazinele de reaerare se dimensionează numai pentru cantitatea de nămol activ preluat din decantoarele secundare. Nămolul din bazinele de reaerare este înapoiat în bazinele cu nămol activ. Ca hrană pentru nămol în bazinul de reacrare se adaugă apă epurată din decantorul secundar. Această schemă de epurare poate fi utilizată în cazul apelor cu încărcare organică mare. Dintre dezavantajele procedeului, se menţionează numărul mai mare de conducte suplimentare şi de pompe care se cer instalate.

Schema epurării apei în bazine cu nămol activ de mare încărcare este asemănătoare cu a epurării clasice (fig. 6.5, *a*), însă aici se obţine numai o epurare parţială a apei (60–80% eficienţă din punct de vedere al CBO-ului) prin practicarea unei scurte perioade de aerare (circa 2 h).

Schema de epurare cu aerare prelungită – oxidare totală, stabilizarea nămolului, bioaerarea prelungită, fermentarea aerobă a nămolului etc. – (fig. 6.5, *f*) presupune o aerare de durată a apelor uzate. Procedeul conduce la cantități mici de nămol excedentar și la o stabilizare totală a acestuia.

6.4.2. Parametrii procesului de epurare cu nămol activ (definiții și relații)

Procesul de epurare biologică cu nămol activ este caracterizat prin următorii parametri:

Raportul de recirculare a nămolului activ r este raportul dintre debitul de nămol recirculat q și debitul influent Q:

$$r = q/Q \tag{6.1}$$

Raportul de evacuare a nămolului în exces (excedentar) w este raportul dintre debitul de evacuare a nămolului activ excedentar Q_w și debitul influent instalației Q:

$$w = Q_w/Q \tag{6.2}$$

Atât raportul de recirculare r cât și cel de evacuare w sunt mărimi adimensionale, care se exprimă în procente.

Concentrația impurităților în influentul treptei de epurare biologică C_0 și efluentul acesteia C reprezintă cantitatea de CCO sau CBO_5 existentă într-un volum dat de apă uzată sau epurată (exemplu: kg CCO sau CBO_5/m^3 apă uzată).

Concentrația nămolului activ în bazinul de aerare C_N reprezintă cantitatea de nămol activ exprimat ca substanță uscată (SU) sau volatilă (SV) existentă într-un volum dat de bazin de aerare (exemplu: kg SU sau SV/m^3 bazin de aerare).

Concentrația nămolului activ în sistemul de recirculare C_{NR} și în sistemul de evacuare reprezintă cantitatea de nămol activ exprimat ca substanță uscată (SU) sau volatilă (SV) existentă într-un volum dat de suspensie recirculată sau evacuată (exemplu: kg SU/m^3 suspensie).

Încărcarea organică a nămolului activ I_{ON}, sau raportul hrană/microorganisme este raportul dintre cantitatea totală de impurități organice, exprimată sub formă de CCO sau CBO_5, influentă zilnic treptei de epurare și cantitatea totală de nămol activ din bazinul de aerare. Încărcarea organică se calculează cu relația:

$$I_{ON} = QC_0/VC_N, \tag{6.3}$$

în care V este volumul total al bazinului. Încărcarea organică I_{ON} se exprimă în kg CCO sau CBO_5 raportate la kilogramul de substanță uscată sau volatilă și zi (kg/kg·zi).

Încărcarea organică a bazinului de aerare I_{ob} este raportul dintre cantitatea de impurități organice, exprimate sub formă de CCO și CBO_5, influentă zilnic

treptei de epurare și volumul total al bazinelor de aerare. I_{ob} se calculează cu relația:

$$I_{ob} = QC_0/V. \tag{6.4}$$

Acest parametru se exprimă în kg de CCO sau CBO_5 raportate la metru cub de volum de aerare și zi ($kg/m^3 \cdot zi$).

Indicele de nămol I_n, numit și indicele Mohlman, reprezintă raportul dintre volumul de nămol (V_n) depus, după o decantare de 30 min, dintr-o probă prelevată din bazinul de aerare și masa suspensiilor exprimate ca substanță uscată la 105 °C (C_n) existentă în acea probă:

$$I_n = V_n/C_n. \tag{6.5}$$

Se exprimă în ml/g.

Vârsta nămolului θ_n este considerată ca timpul mediu în care o particulă de nămol activ rămâne sub aerare. Se determină acest timp, împărțind la cantitatea de nămol evacuată ca excedentar zilnic, cantitatea de nămol care se găsește în bazinul de aerare, conform relației:

$$Q_n = \frac{VC_N}{Q_w C_{NR}}. \tag{6.6}$$

Vârsta nămolului se exprimă, în mod obișnuit, în zile.

Nămolul în exces N_{ex} reprezintă nămolul care trebuie eliminat din proces pentru a păstra în bazinele de aerare o concentrație a acestuia cât mai constantă. Acest nămol excedentar reprezintă, de fapt, cantitativ materialul biologic care apare ca urmare a convertirii impurităților în biomasă. Cu cât apa uzată este mai concentrată, cu atât este mai mare cantitatea de nămol care trebuie evacuată ca excedentar.

Necesarul de oxigen reprezintă cantitatea de oxigen cerută pentru ca procesul să se desfășoare în condiții optime. Oxigenul în proces este utilizat, pe de o parte, pentru oxidarea impurităților, iar pe de altă parte, pentru menținerea viabilității microorganismelor (consumul de oxigen endogen). Necesarul de oxigen trebuie să asigure cantitatea totală de oxigen cerută de proces.

Timpul de retenție hidraulic t sau durata de staționare este raportul dintre volumul bazinelor de aerare V și debitul influent Q conform relației:

$$t = \frac{V}{Q}. \tag{6.7}$$

Se exprimă, în mod obișnuit, în ore.

6.4.3. Construcții și instalații

Bazinele de aerare cu nămol activ. Bazinele de aerare sunt construcții a căror formă în plan poate fi radială, dreptunghiulară sau pătrată. În cazul stațiilor

de mari dimensiuni se folosesc, de regulă, bazinele dreptunghiulare sau pătrate, întrucât în aceste situaţii se realizează economie de teren construibil.

Apa uzată decantată primar este alimentată în bazinul de aerare în conformitate cu schema de epurare adoptată în cadrul staţiei (v. § 6.4.1).

Bazinele de aerare pot fi cu aerare pneumatică sau mecanică.

Atât aerarea pneumatică cât şi cea mecanică trebuie să îndeplinească următoarele funcţiuni de bază:

— să asigure un transfer cât mai intens al oxigenului din aer în apa uzată şi să contribuie astfel la realizarea în jurul floconului şi în interiorul acestuia a condiţiilor aerobe;

— să realizeze un amestec cât mai bun între apa uzată şi nămolul activ;

— să împiedice flocoanele nămolului să se depună pe radierul bazinului, unde, în absenţa oxigenului, acestea ar intra în fermentare anaerobă.

Bazinele de aerare pneumatică. Aerarea pneumatică se caracterizează prin introducerea de bule de aer în apă. Acestea sunt, ţinând seama de mărimea lor, de trei categorii: bule fine (cu diametrul cuprins între 1,0 şi 1,5 mm); bule mijlocii (1,5–3,0 mm); bule mari. Bulele fine sunt obţinute prin distribuţia aerului prin difuzori poroşi. Bulele mijlocii rezultă din distribuţia aerului prin conducte prevăzute cu orificii al căror diametru este cuprins între 1 şi 5 mm, fiind aşezate la distanţe mai mici de 5 mm unele de altele. Bulele mari sunt rezultatul distribuţiei aerului prin conducte sau plăci găurite, cu deschiderea găurii de peste 5 mm.

Deci, după modul de obţinere a bulelor, bazinele de aerare pot fi cu difuzori poroşi şi cu conducte găurite. Difuzorii poroşi pot fi montaţi uniform distribuiţi pe întreaga suprafaţă a radierului bazinului (fig. 6.6, *a*), sau lângă peretele acestuia (fig. 6.6, *b*). În primul caz, aerul ce părăseşte difuzorii se îndreaptă spre suprafaţa lichidului, producând turbulenţa care favorizează transferul gazelor şi menţinerea nămolului în suspensie. În al doilea caz, aerul induce în lichidul bazinului curenţi în formă de spirală, care au şi ei rolul de agitator şi de îmbunătăţire a transferului.

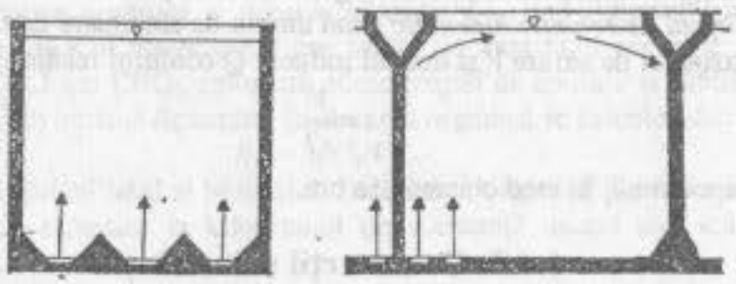


Fig. 6.6. Bazine de aerare pneumatică.

Suprafaţa ocupată de difuzorii poroşi reprezintă circa 15–25% din suprafaţa bazinelor de aerare. Difuzorii poroşi pot fi de formă diferită: plăci, tuburi, discuri, domuri etc. Pentru construirea lor pot fi utilizate betoane speciale, materiale ceramice, materiale plastice, metale poroase etc. Toate acestea trebuie să fie rezistente la uzură şi coroziune.

Dimensiunea medie a porilor variază de la 5 la 100 de microni.

Pierderea de sarcină trebuie să fie cât mai mică posibil, ea fiind în mod normal de ordinul 10–200 mm H_2O. Debitul de aer necesar este în funcţie de încărcarea cu materii organice a apei uzate şi de eficienţa de epurare care trebuie realizată.

Cu toate că difuzorii poroşi au o bună capacitate de transfer al oxigenului şi asigură o agitare corespunzătoare, au marele dezavantaj că se colmatează cu deosebită uşurinţă.

Pentru a micşora gradul de colmatare, aerul utilizat este filtrat înainte de a fi trecut prin difuzorii poroşi.

Conform practicii curente, concentraţia în impurităţi a aerului insuflat nu trebuie să depăşească 0,05 mg/m^3, optimul fiind 0,03 mg/m^3. Există trei tipuri de echipament pentru filtrarea aerului: filtre vâscoase, filtre uscate, electrofiltre.

Filtrele vâscoase constau în perdele de site metalice, de sticlă, de lână sau de alte materiale, îmbibate cu ulei sau cu alt material vâscos adeziv. Ele au capacitatea de a reţine particulele de praf cu diametrul mai mare de 10 μ.

Filtrele uscate folosesc pentru reţinerea suspensiilor ţesături din: fibre de sticlă, bumbac, lână sau alte materiale. Reţin particule mai fine de 10 μ. Pierderea de presiune la aceste filtre este de circa 10–15 mm H_2O, faţă de pierderea de presiune de 1–10 mm la filtrele vâscoase. Filtrele uscate se schimbă în condiţiile în care pierderea de presiune (la traversarea aerului prin ele) depăşeşte de 2–3 ori presiunea iniţială.

De multe ori, aşezarea în faţa fitrelor uscate a unor filtre vâscoase măreşte durata de funcţionare a primelor.

Electrofiltrele reţin particule până la 0,5 μ. Sunt deosebit de eficace şi au o mare productivitate, întrucât opun o rezistenţă mică la trecerea aerului.

Bazinele cu aerare pneumatică cu conducte pot avea şi ele dispozitive de aerare fie pe tot radierul, fie numai lângă unul dintre pereţii verticali.

În fig. 6.7. este arătat sistemul de aerare INKA.

Distribuţia aerului se realizează prin conducte găurite aşezate perpendicular pe pereţi, la o distanţă medie de nivelul apei de 0,8 m. La mijlocul bazinului şi în lungul acestuia se aşază pereţi transversali (deflectoare), care ajută la realizarea unui bun amestec în bazin.

Pentru obţinerea aerului se pot folosi: ventilatoare, turbosuflante şi turbocompresoare.

Ventilatoarele se caracterizează prin furnizarea unor debite mari la presiuni mici (*max* 1,2 m H_2O); turbosuflantele ating debite ridicate (5000–10000 m^3/h) şi presiuni de 7 m H_2O; turbocompresoarele pot realiza presiuni de 100 m H_2O şi debite foarte mari.

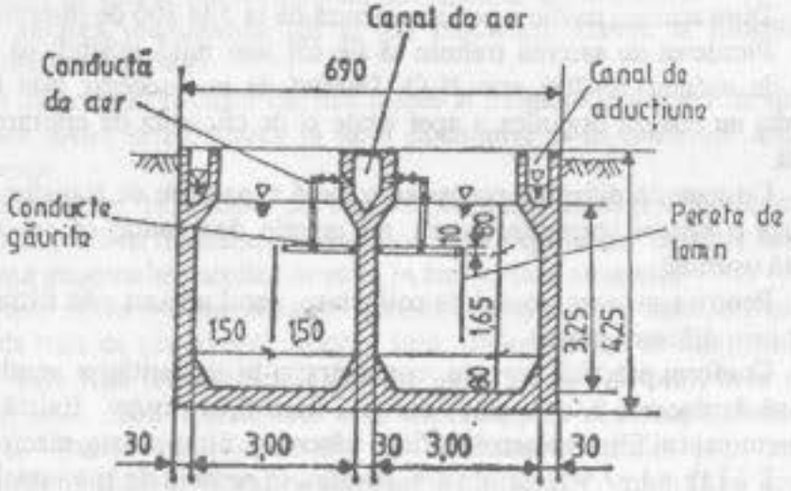


Fig. 6.7. Bazin de aerare de tip INKA.

Bazinele cu aerare mecanică. Aerarea mecanică este un procedeu tehnic prin care se pune în contact apa uzată, nămolul activ şi aerul atmosferic în urma unei amestecări mecanice intense.

După felul în care se introduce aerul în conţinutul bazinului de aerare, aeratoarele mecanice sunt de trei categorii: cu perii sau palete (cu ax orizontal); cu aspiraţie; cu rotor (cu ax vertical).

Aeratoarele mecanice cu perii sau palete sunt folosite în prezent, în multe staţii de epurare, fiind cunoscute sub numele de perii Kessener, rotoare Mammuth sau aeratoare cu ax orizontal. Bazinele de aerare în care ele sunt montate pot fi de mai multe feluri: canale de formă circulară sau eliptică (fig. 6.8), bazine rectangulare (fig. 6.9).

Principiul de acţionare este următorul: prin învârtirea periei se creează, în bazinul de aerare, curenţi longitudinali care contribuie la aducerea, în permanenţă, a straturilor inferioare la suprafaţă, favorizând astfel contactul cu atmosfera, respectiv cu oxigenul.

Aeratoarele mecanice cu aspiraţie se bazează pe următorul principiu: la rotirea unui corp cu un anumit profil în apă se creează, datorită curenţilor de fluid, în unele zone de contact ale corpului cu fluidul, depresiuni sau suprapresiuni. Efectul este întrucâtva similar cu ceea ce se întâmplă

la curgerea unui fluid printr-o conductă pe care este montată o diafragmă. Datorită curentului de fluid, în zona dinaintea diafragmei se creează o suprapresiune, iar în zona din spatele diafragmei o depresiune. La aeratoarele cu aspiraţie, însă, lichidul „rămâne pe loc" şi se mişcă agitatorul.

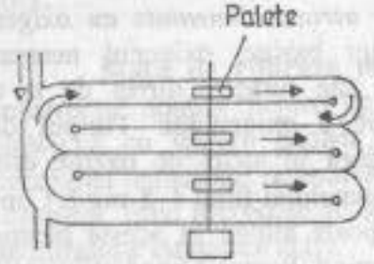


Fig. 6.8. Bazin de aerare cu ax orizontal.

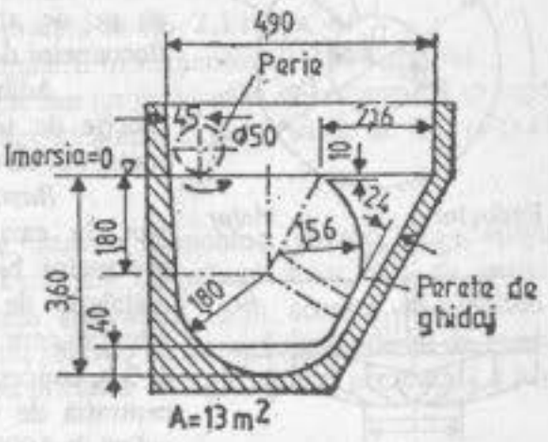


Fig. 6.9. Profil de bazin de aerare cu aerator cu ax orizontal.

Dacă zonele în care apare depresiunea sunt orificii care comunică cu aerul atmosferic, acesta este aspirat şi amestecat cu conţinutul bazinului de aerare. Acest tip de aerator se foloseşte în prezent destul de rar.

Tot în cadrul aeratoarelor mecanice cu aspiraţie, un interes tot mai mare îl reprezintă ejectoarele.

Aeratoarele cu rotor (cu ax vertical) sunt utilaje de aerare cu o mare răspândire în prezent. Există şi brevete româneşti referitoare la aceste sisteme de aerare.

Aeratoarele mecanice sunt compuse din două elemente principale: grupul de acţionare format din motor şi reductor şi rotorul propriu–zis. Acest ansamblu se montează în bazinul de aerare pe un sistem fix, pe o pasarelă, sau mobil, pe plutitori. Grupul de acţionare nu prezintă caracteristici deosebite.

Rotorul constituie partea principală a sistemelor de aerare. El este constituit dintr-un disc de intrare inferior D_1 şi dintr-unul de ieşire superior D_2 (fig. 6.10). Discul de intrare poate lipsi de multe ori. Între cele două discuri sunt montate paletele. Eficienţa de aerare depinde de mulţi factori, ca: numărul paletelor, forma acestora, turaţia imprimată rotorului, adâncimea de imersie etc. Numărul paletelor depinde de diametrele D_1 şi D_2. Cu cât D_2 este mai mare se pot monta mai multe palete. De fapt D_2 constituie caracteristica nominală de identificare a

unui aerator mecanic cu rotor, respectiv de alegerea tipului de aerator. D_1 este o fracțiune din D_2, ea rezultând constructiv.

Viteza periferică maximă recomandată acestor tipuri de aeratoare este de 5 m/s, valoare impusă, pe de o parte, din considerente economice și, pe de altă parte, pentru a evita distrugerea flocoanelor de nămol activ la viteze prea mari.

Adâncimea de imersie variază mult în funcție de tipul de aerator și în funcție de ea, transferul de oxigen este mai mare sau mai mic.

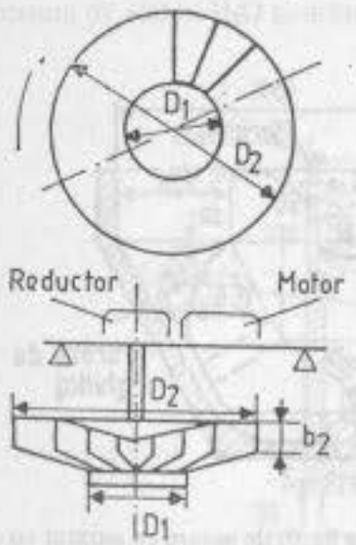


Fig. 6.10. Aerator mecanic cu rotor.

Bazinele de aerare alimentate cu oxigen pur. În cazul acestor bazine, oxigenul necesar proceselor biologice este furnizat direct de la o instalație de obținere a oxigenului. Timpul de retenție care se asigură în astfel de bazine este 1–3 h, concentrația nămolului fiind 4–8 mg/l. Concentrația de nămol poate atinge în aceste bazine valori de 4000–5000 mg/l. Pentru o bună utilizare a oxigenului, aceste bazine sunt închise.

Principalul avantaj al bazinelor alimentate cu oxigen pur constă în faptul că oxigenul necesar procesului de epurare este mai ieftin decât cel furnizat prin procedee clasice. În țara noastră se proiectează deja asemenea bazine.

Decantoarele secundare. Decantoarele secundare fac parte integrantă din treapta de epurare biologică; ele au drept scop să rețină nămolul – materiile solide în suspensie separabile prin decantare (pelicula biologică sau flocoanele de nămol activ).

Atât pelicula biologică separată din efluentul filtrelor biologice cât și nămolul activ sunt materiale care intră în fermentare cu deosebită rapiditate. Din acest motiv, evacuarea nămolului activ din decantoarele secundare trebuie realizată în mod continuu.

Pentru separarea nămolului activ, cele mai recomandate decantoare ar fi cele verticale. La stațiile mari de epurare se recurge însă la decantoare radiale sau longitudinale. Constructiv, aceste tipuri de decantoare sunt similare cu cele primare (v. cap. 5).

În ceea ce privește proiectarea, se recomandă conform STAS 4162/2-82 următorii parametri:

— pentru decantoarele așezate după filtrele biologice:

— încărcarea hidraulică de suprafață de circa 1,7 $m^3/m^2 \cdot h$, pentru cele așezate după filtrele de mică încărcare biologică și de circa 1,3 $m^3/m^2 \cdot h$, pentru cele așezate după filtrele biologice de mare încărcare;

— încărcarea deversorului, circa 200 $m^3/zi \cdot m$;

— pentru decantoarele așezate după bazinele de aerare:

— încărcarea hidraulică de suprafață de 0,6–2,1 $m^3/m^2 \cdot h$;

— încărcarea de suprafață cu materii în suspensie 60–180 $kg/m^2 \cdot zi$.

În privința decantoarelor radiale sau longitudinale, se recomandă ca raportul dintre lungime (sau diametru) și adâncimea apei la pereți să fie de 7:1, respectiv 10:1.

Stații de epurare monobloc. Stațiile monobloc reunesc într-o singură construcție spațiul pentru epurarea biologică cu nămol activ, sau cu pelicula biologică cu spațiul pentru decantarea secundară, prin aceasta eliminându-se pomparea nămolului recirculat. Ele sunt folosite ca trepte independente de epurare completă, fiind precedate de decantarea primară. În fig 6.11 este prezentată o astfel de instalație cu nămol activ.

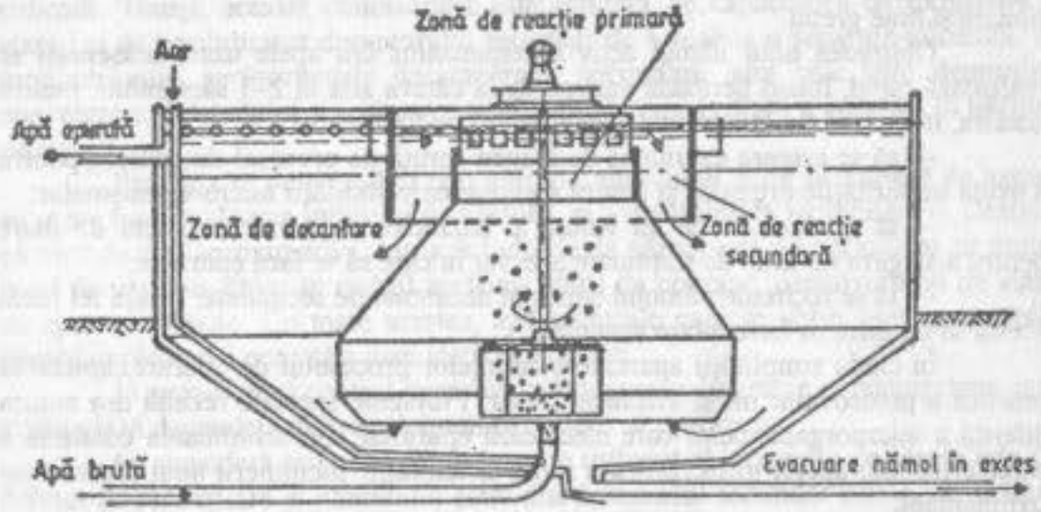


Fig. 6.11. Stație de epurare biologică monobloc.

Este construită dintr-un bazin cilindric cu fund plat. Apa brută sau predecantată, amestecată cu aerul, este introdusă într-un compartiment central, pe la partea inferioară. În această zonă, o turbină cu ax vertical creează o agitație intensă, asigurând un contact strâns între apa brută și nămolul activ. Apoi, apa capătă o mișcare ascensională, ceea ce produce o depresiune la periferia cilindrului central și facilitează accesul în această zonă al nămolului activ depus în zona

exterioară. Apa brută în amestec cu nămolul şi aerul insuflat ajung în partea superioară a instalaţiei, unde are loc o primă etapă în îndepărtarea impurităţilor (zona de reacţie primară). Apa şi nămolul (acrul se evacuează) trec apoi în zona de reacţie secundară, unde are loc o a doua etapă de îndepărtare a impurităţilor. De aici, apa şi nămolul debuşează în spaţiul exterior de decantare, de unde este evacuată printr-un deversor periferic radial sau prin orificii uniform repartizate.

Circulaţia lichidului între zona de reacţie primară (în care apa circulă de jos în sus) şi zona de reacţie secundară (în care apa circulă de sus în jos) poate fi reglată prin intermediul unor ferestre care pot fi obstruate în diferite proporţii.

Între cilindrul central şi peretele exterior pot fi concentratoarele de nămol, dispuse în câteva sectoare de cerc, de unde nămolul excedentar este evacuat.

6.4.4. Exploatarea bazinelor cu nămol activ

Exploatarea normală. În cadrul acesteia se disting o serie de operaţii.

Pornirea unei instalaţii noi. Înainte de a se da în funcţiune o staţie nouă, trebuie ca toate bazinele şi conductele să fie curăţate de nisip şi de resturile rămase de la execuţia lucrărilor, tot echipamentul mecanic să fie în perfectă stare de funcţionare şi bine gresat.

Obţinerea unui nămol activ corespunzător din apele uzate orăşeneşti se realizează rapid, într-o perioadă variind de la câteva zile la 2–3 săptămâni. Pentru aceasta, trebuie să fie îndeplinite următoarele condiţii:

— să se asigure cantitatea de oxigen cerută de procesul de epurare pentru a oxida impurităţile organice şi pentru menţinerea viabilităţii microorganismelor;

— să se dispună de un volum al bazinelor de aerare suficient de mare pentru a asigura un timp de staţionare adecvat în care să se facă epurarea;

— să se recircule nămolul depus în decantoarele secundare, în aşa fel încât acesta să nu intre în fermentare anaerobă.

În ciuda simplităţii aparente a cerinţelor procesului de epurare, aplicarea practică a procedeului nu se efectuează uşor. Probleme speciale rezultă din natura diferită a microorganismelor care efectuează epurarea, din schimbarea continuă a caracteristicilor apelor uzate, precum şi din dificultăţile menţinerii unui nămol uşor sedimentabil.

Se poate începe epurarea unei porţiuni până la o treime din debitul de ape uzate influent staţiei, folosind numai acele părţi din staţie care sunt necesare prelucrării acestui debit. De exemplu, se pot pune în funcţiune un decantor primar, unul sau două bazine de aerare şi un decantor secundar. Debitul efluentului decantorului primar va fi mărit treptat, întregul debit de apă brută putând fi introdus prin staţie atunci când concentraţia solidelor în suspensie din bazinul de aerare ajunge la 500–800 mg/l. Tot nămolul care sedimentează în decantorul secundar trebuie recirculat imediat în bazinele de aerare, fără să se evacueze nămol în exces.

Cantitatea de aer folosită trebuie să fie suficient de mare pentru a menţine în bazinul de aerare o concentraţie satisfăcătoare oxigenului. O concentraţie de circa 2 mg/l se consideră suficientă. Este important să se asigure o agitare permanentă şi de calitate. Nerealizarea unei agitări corespunzătoare conduce la sedimentarea nămolului la fundul sau colţurile bazinelor de aerare, unde va intra în descompunere.

Formarea nămolului activ depinde într-o măsură foarte mare de temperatură. Creşterea masei biologice întârzie în perioadele mai reci şi se accelerează în perioadele cu timp mai cald. Rezultă că temperaturile predominante ale aerului şi apelor uzate au o influenţă directă asupra timpului în care se dezvoltă flocoanele de nămol activ.

Controlul şi menţinerea concentraţiei de nămol. Despre originea, natura şi felul în care nămolul activ acţionează pentru îndepărtarea materiilor organice din apă s-a vorbit anterior. Sunt trei categorii de nămoluri care intervin în funcţionarea bazinelor de aerare: nămolul activ din bazinul de aerare, nămolul de recirculare (recirculat) şi nămolul în exces (excedentar). Staţia trebuie exploatată în aşa fel, prin reglarea cantităţilor de nămol recirculat şi evacuat ca excedentar, încât în bazinul de aerare să se păstreze o concentraţie aproximativ constantă şi cât mai ridicată. Totuşi, această concentraţie este limitată de capacitatea de oxigenare a staţiei şi de posibilitatea decantorului secundar de a realiza o separare eficientă. În mod obişnuit, performanţele decantoarelor secundare sunt cele care determină concentrarea nămolului şi realizarea unei anumite concentraţii a acestuia în bazinul de aerare.

Pentru a se putea stabili concentraţia nămolului activ în bazinul de aerare se poate folosi valoarea indicelui de nămol I_n şi a debitului de recirculare q. Desigur că metoda este aproximativă, întrucât indicele de nămol este un parametru cu limite largi de variaţie, chiar în cadrul aceleiaşi staţii de epurare, nemaivorbind de staţii de epurare diferite. Cu toate acestea, aproximaţiile care se obţin sunt acceptabile pentru exploatarea corectă a unei staţii de epurare.

În scopul unui control operativ, se întocmesc diagrame şi nomograme care evidenţiază dependeţa dintre pricipalii parametri ai procesului.

Se consideră iniţial că debitul mediu influent al bazinului de aerare este Q, debitul de recirculare al nămolului activ din decantorul secundar este q, iar debitul de nămol în exces Q_w este nul (nu se evacuează nămol). Volumul maxim ocupat de nămol, exprimat în ml raportat la un litru de suspensie din bazinul de aerare, se poate calcula cu relaţia:

$$Volum\ de\ nămol^{1} = \frac{q}{Q+q}1000 = V_N \ \text{[ml]}. \qquad (6.8)$$

[1] Acest volum poate fi comparat cu volumul ocupat de nămolul care sedimentează timp de 30 min în cadrul testelor de determinare a indicelui de nămol.

Pentru apele uzate orăşeneşti, acest raport variază între 10 şi 25%, cu o medie de 12%, volumul de nămol depus V_N reprezentând, deci, 100–250 ml/l.

Pentru o anumită staţie de epurare se poate construi o nomogramă cu ajutorul căreia se determină valoarea V_N, cunoscându-se debitele Q şi q (fig. 6.12).

Obţinându-se V_N în modul arătat mai sus, se stabileşte în continuare debitul de evacuare a nămolului în exces Q_w.

Cum se procedează?

Se consideră, pentru simplificare, următorul exemplu: debitul de alimentare $Q = 1000$ m^3/zi şi debitul de recirculare $q = 300$ m^3/zi. Conform relaţiei (6.8) se obţine, pentru V_N, în absenţa evacuării nămolului în exces:

$$V_N = \frac{300}{1000+300}1000 = 230 \text{ ml/l}.$$

În cazul evacuării nămolului excedentar, debitul de recirculare trebuie să fie mai mic de 300 m^3/zi, dar astfel ales încât înlocuită, noua valoare a acestui q în relaţia de mai sus, să nu conducă pentru V_N la o valoare mai mică de 200 ml/l (o diferenţă de 30 de unităţi).

Astfel, dacă vechea valoare a lui V_N a fost de 230 ml/l, atunci în situaţia înlăturării nămolului în exces, V_N va trebui cuprins între 200 ml/l şi 230 ml/l.

Deci, se poate scrie:

$$V'_N = \frac{q'}{1000+q'}1000 = 220 \text{ ml/l} > 200 \text{ ml/l}$$

Din relaţia de mai sus se obţine pentru noul raport de recirculare q', o valoare de 282 m^3/zi. Diferenţa dintre 300 m^3/zi, vechea valoare a debitului de recirculare şi 282 m^3/zi, noua valoare, o reprezintă debitul de nămol în exces ($Q_w = 18$ m^3/zi). Deci staţia se exploatează recirculând în mod continuu un debit de 282 m^3/zi şi evacuând 18 m^3/zi ca excedentar.

În situaţiile în care acest control nu se poate realiza, se poate folosi ca indicator pentru nămolul în exces, nivelul stratului acestuia din decantoarele secundare. În general, acest nivel nu trebuie să depăşească 0,3 m de la fundul bazinului.

În continuare, folosind valoarea indicelui volumetric de nămol I_n, se determină şi concentraţia nămolului activ din bazinul de aerare exprimat ca substanţă uscată. Indicele de nămol I_n reprezintă volumul ocupat de un gram de substanţă uscată după o sedimentare de 30 min.

Se construieşte şi în acest caz o nomogramă care exprimă relaţia dintre volumul nămolului sedimentat la 30 min V_N, indicele volumului de nămol I_n şi concentraţia nămolului exprimat ca substanţă uscată C_N. O astfel de diagramă construită cu date ce caracterizează o staţie de epurare a apelor uzate orăşeneşti este prezentată în fig. 6.13.

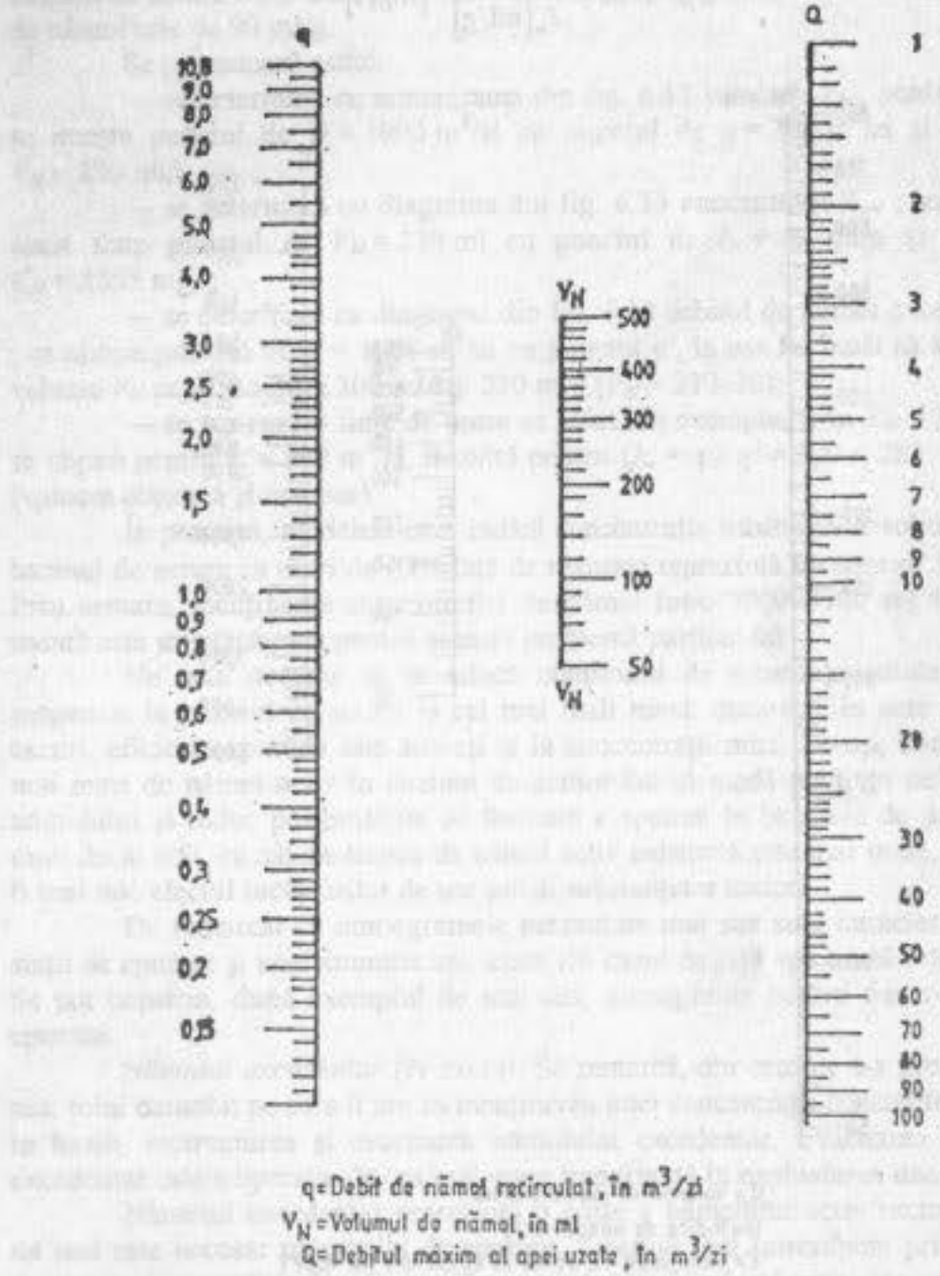
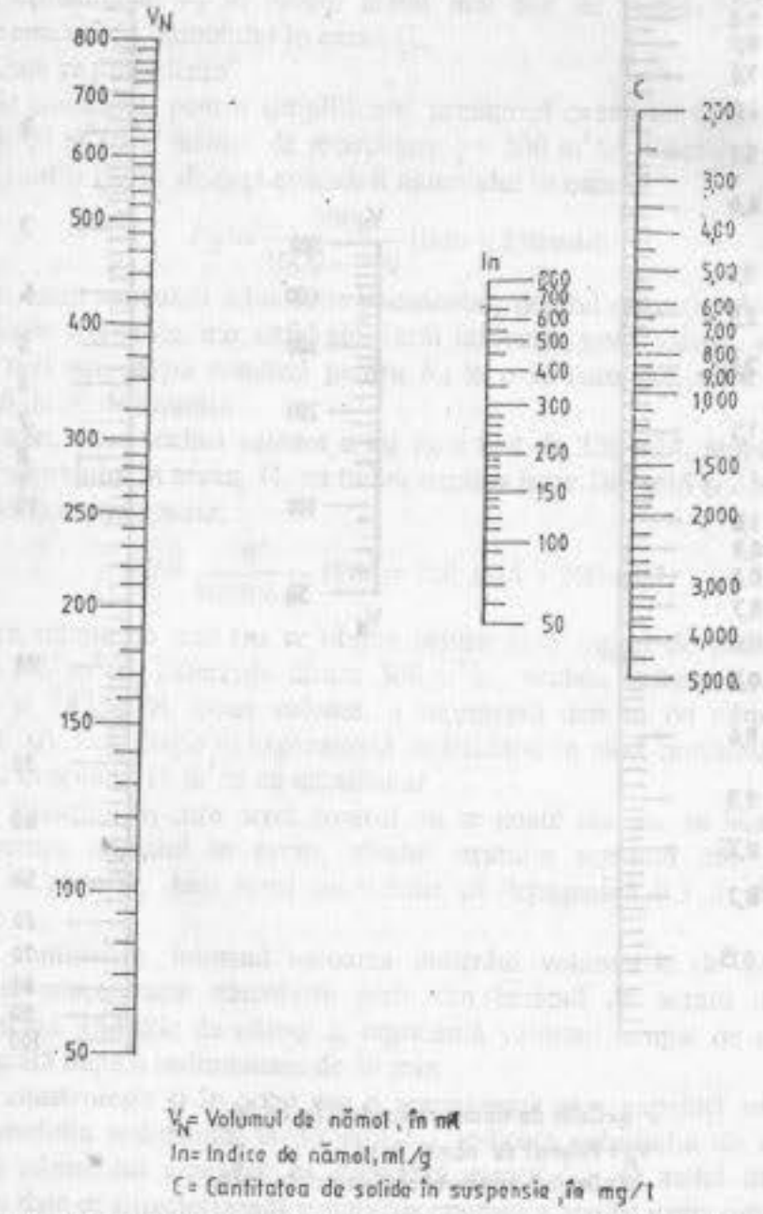


Fig. 6.12. Nomogramă pentru determinarea volumului de nămol sedimentat.

Nomograma din fig. 6.13 se bazează pe relaţia următoare:

$$C_N \cdot 1000 = \frac{V_N[\text{ml/l}]}{I_n[\text{ml/g}]} \quad [\text{mg/l}]$$



V_N = Volumul de nămol, în ml
In = Indice de nămol, ml/g
C = Cantitatea de solide în suspensie, în mg/l

Fig. 6.13. Nomogramă pentru determinarea concentraţiei de nămol.

Utilizând datele exemplului de mai sus ($Q = 1000$ m^3/zi, $q = 300$ m^3/zi), cu nomogramele din fig. 6.12. şi 6.13 se determină concentraţia de nămol din bazinul de aerare C_N şi debitul de nămol excedentar Q_w, ştiind că valoarea indicelui de nămol este de 90 ml/g.

Se procedează astfel:

— se determină cu nomograma din fig. 6.12 valoarea V_N; pentru aceasta, se uneşte punctul de $Q = 1000$ m^3/zi cu punctul de $q = 300$ m^3/zi şi se obţine $V_N = 230$ ml/l;

— se determină cu diagrama din fig. 6.13 concentraţia C_N; se uneşte în acest scop punctul de $V_N = 230$ ml cu punctul de $I_N = 90$ ml/g şi se obţine $C_N = 2555$ mg/l;

— se determină cu diagrama din fig. 6.12 debitul de nămol excedentar Q_w; se uneşte punctul de $Q = 1000$ m^3/zi cu punctul q', în aşa fel încât să se obţină o valoare V_N cuprinsă între 200 ml/l şi 230 ml/l ($V_N > 230$–30);

— se trasează o linie de unire ce trece, de exemplu, prin $V_N = 220$ ml/l şi se obţine pentru $q' = 282$ m^3/zi. Rezultă pentru $Q_w = q - q' = 300 - 282 = 18$ m^3/zi (valoare obţinută şi mai sus).

În practică, modelele care indică concentraţia substanţelor solide aflate în bazinul de aerare cu erori de ±5% faţă de realitate reprezintă un control foarte bun. Prin urmare, menţinerea concentraţiei de nămol între 3000–3300 mg/l substanţă uscată este satisfăcătoare pentru această problemă particulară.

Nu este necesar să se aducă conţinutul de substanţe solide aflate în suspensie în bazinul de aerare la cel mai înalt nivel, deoarece, în cele mai multe cazuri, eficienţa epurării este aceeaşi şi la concentraţii mici. Totuşi, concentraţiile mai mari de nămol activ în bazinul de aerare fac să scadă tendinţa de umflare a nămolului şi reduc posibilităţile de formare a spumei în bazinele de aerare. Mai mult decât atât, cu cât cantitatea de nămol activ existentă este mai mare, cu atât va fi mai mic efectul încărcărilor de şoc sau al substanţelor toxice.

De remarcat că nomogramele prezentate mai sus sunt caracteristice unei staţii de epurare şi unei anumite ape uzate (în cazul de faţă apa uzată orăşenească). Se pot construi, după exemplul de mai sus, nomograme pentru fiecare staţie de epurare.

Nămolul excedentar (în exces). Se remarcă, din ceea ce s-a prezentat mai sus, rolul deosebit pe care îl are în menţinerea unei concentraţii constante de nămol în bazin, recircularea şi evacuarea nămolului excedentar. Evacuarea nămolului excedentar este o operaţie de cea mai mare importanţă în exploatarea unei staţii.

Nămolul excedentar reprezintă o parte a nămolului activ recirculat, care nu mai este necesar procesului de epurare. Trecând fără întrerupere prin bazinele de aerare, impurităţile din apa uzată se transformă în nămol activ, iar concentraţia acestuia în bazine s-ar mări necontenit prin recirculare, dacă nu s-ar evacua. Din

materia organică adusă cu apa uzată, circa 10% este distrusă în cadrul proceselor biologice pentru obținerea de energie, restul este utilizată pentru formarea unui nămol activ nou; de exemplu, dacă nu se elimină nămolul în exces într-o stație orășenească timp de 12 h, se constată că volumul nămolului s-a mărit cu 4%. Debitul de nămol în exces care trebuie evacuat, pentru a menține constantă cantitatea de nămol de recirculare, este, de obicei, cuprins între 1,5 și 3,0% din debitul influent.

Astfel, cu cât apa este mai concentrată, cu atât cantitătea de nămol este mai mare și, respectiv, este mai mare și procentul de nămol în exces.

Evacuarea nămolului în exces permite controlul a încă doi parametri foarte importanți pentru exploatarea stațiilor de epurare: vârsta nămolului și încărcarea organică a acestuia.

S-a arătat anterior [v. relația (6.6)] că vârsta nămolului exprimă durata în care o particulă de nămol activ rămâne sub aerare și că se poate obține prin împărțirea cantității totale de nămol din bazinul de aerare la cantitatea de nămol evacuată în exces zilnic. Se consideră exemplul discutat mai sus, în care Q = 1000 m^3/zi; q = 282 m^3/zi; Q_w = 18 m^3/zi; C_N = 2,55 g/l și în care se mai presupune că timpul de retenție este t = 0,166 zile (4 h) și concentrația de nămol în debitul recirculat C_{NR} = 12 g/l.

În aceste condiții, volumul bazinului de aerare este:

$$V = Q \cdot t = 1000 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot 0{,}166 \text{ zile} = 166 \text{ m}^3.$$

Cantitatea totală de nămol exprimat ca substanță uscată din bazinul de aerare este:

$$V \cdot C_N = 166 \text{ m}^3 \cdot 2{,}55 \text{ kg/m}^3 = 423{,}3 \text{ kg SU}.$$

Cantitatea totală de nămol în exces evacuată zilnic, exprimat ca substanță uscată este:

$$Q_w \cdot C_{NR} = 18 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot 12 \text{ kg/m}^3 = 216 \text{ kg/zi}.$$

Vârsta nămolului activ este dată de:

$$\frac{V_{CN}}{Q_w C_{NR}} = \frac{423{,}3}{216} = 1{,}96 \text{ zile}.$$

Capacitatea nămolului activ, raportată la masa acestuia, de a metaboliza impuritățile din apele uzate, scade cu creșterea vârstei nămolului. Cu alte cuvinte, cu cât un nămol este mai bătrân (are o vârstă mai mare), cu atât este mai redusă cantitatea de impurități îndepărtată de unitatea de masă de nămol. Astfel: 1 gram de nămol activ (exprimat ca substanță volatilă) care are vârsta de 2 zile îndepărtează circa 1 gram de CBO_5 într-o zi, iar 1 gram de nămol cu o vârstă de 4 zile îndepărtează în același interval de o zi numai 0,5 grame de CBO_5. Cu toate că îndepărtează o cantitate mai mică de CBO_5, totuși, în bazinele în care nămolul este mai în vârstă, se obțin eficiențe mai mari de epurare. În acest sens, eficiența de

epurare care se obține cu un nămol care are o vârstă de două zile poate fi de 90%, iar eficiența obținută cu un nămol de 4 zile poate fi de 96%. Cu toate acestea, într-o instalație nu trebuie menținut un nămol prea în vârstă, întrucât sunt necesare cantități prea mari de aer pentru întreținerea viabilității acestuia și se intensifică foarte mult procesele prin care nămolul activ se autoconsumă (consumul endogen). Nămolul activ cu vârstă mai mare suportă mult mai bine șocurile de concentrație și de debit care pot să apară în stațiile de epurare. Pentru o stație de epurare a apelor uzate orășenești, un nămol cu o vârstă cuprinsă între 4 și 6 zile poate să asigure o eficiență de epurare de 94–96%.

Încărcarea organică a nămolului activ [v. relația (6.3)] reprezintă raportul dintre cantitatea de impurități introduse zilnic în bazinele de aerare și cantitatea totală de nămol din bazine. Dacă se consideră aceleași exemple de mai sus, în care se mai presupune că în influentul bazinului de aerare concentrația de CBO_5 este de C_0 = 0,3 g/l, iar de CCO de C_0 = 0,4 g/l, se poate calcula încărcarea în modul următor:

Cantitatea de impurități introdusă zilnic în bazinele de aerare este de:

$$Q \cdot C_0 = 1000 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot 0{,}3 \text{ kg/m}^3 \text{ CBO}_5 = 300 \text{ kg/zi CBO}_5$$

și

$$Q \cdot C_0 = 1000 \text{ m}^3/\text{zi} \cdot 0{,}4 \text{ kg/m}^3 \text{ CCO} = 400 \text{ kg/zi CCO}.$$

Cantitatea de nămol activ din bazinele de aerare este de 423 kg SU (v. mai sus).

Încărcarea organică a nămolului activ este:

$$I_{ON}(\text{CBO}_5) = \frac{300 \text{ kg/zi CBO}_5}{423 \text{ kg SU}} = 0{,}71 \text{ kg/kg} \cdot \text{zi CBO}_5;$$

$$I_{ON}(\text{CCO}) = \frac{400 \text{ kg/zi CCO}}{423 \text{ kg SU}} = 0{,}95 \text{ kg/kg} \cdot \text{zi CCO}.$$

Cantitatea de impurități introdusă în bazinele de aerare se poate raporta și la volumul acestora și atunci se obține *încărcarea organică a bazinului* I_{ob} [v. relația (6.4)]. Folosind datele exemplelor de mai sus, se obțin următoarele valori:

$$I_{ob(\text{CBO}_5)} = \frac{300 \text{ kg/zi CBO}_5}{166 \text{ m}^3} = 1{,}81 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{zi CBO}_5;$$

$$I_{ob(\text{CCO})} = \frac{400 \text{ kg/zi CCO}}{166 \text{ m}^3} = 2{,}41 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{zi CCO}.$$

Oxigenul necesar procesului. În stațiile de epurare prevăzute cu aerare pneumatică, aerul, respectiv oxigenul este alimentat prin difuzoare, care sunt așezate sub nivelul apei, realizându-se așa-numita aerare prin bule; în stațiile de

epurare prevăzute cu aerare mecanică, oxigenul din atmosferă este introdus în apă prin acţionarea aeratoarelor, realizându-se aşa-numita aerare de suprafaţă. În ambele tipuri de aerare trebuie asigurată o cantitate de circa 2 mg/l oxigen în tot volumul bazinului de aerare. Valori de peste 2 mg/l nu pot fi justificate de necesităţi practice.

La orice bazin de aerare, indiferent de modul de aerare (pneumatic sau mecanic), există două căi prin care se transferă oxigenul în volumul bazinului de aerare:

— transferul prin intermediul bulelor de aer, care sunt introduse în volumul bazinului de aerare;

— transferul prin suprafaţa apei, expusă direct aerului atmosferic.

Pentru un anumit sistem de aerare cantitatea de oxigen transferată de la bulele introduse în conţinutul bazinului depinde în mare măsură de timpul de contact dintre aceste bule şi apa bazinului şi de turbulenţa din lichid. Pentru a mări acest timp de contact, viteza de curgere a apei prin bazin trebuie să fie redusă, iar traiectoria bulelor să fie cât mai lungă.

Absorbţia oxigenului prin stratul de apă de la suprafaţa bazinelor este proporţională cu suprafaţa apei în contact cu aerul şi cu viteza cu care acest strat de la suprafaţă este amestecat cu restul volumului de lichid. Este evident că suprafaţa liniştită a unui curs de apă domol dă posibilitatea dizolvării unei cantităţi mici de oxigen, deoarece atât suprafata cât şi turbulenţa sunt mici. Prin comparaţie, un volum de apă supus agitaţiei valurilor expune o suprafaţă mai mare aerului, se amestecă mai bine şi cantitatea de oxigen dizolvat va fi mai mare.

Menţinerea unei anumite concentraţii de oxigen dizolvat într-un bazin de aerare depinde de următorii factori:

— cantitatea de oxigen transferată lichidului bazinului de aerare prin sistemele de aerare;

— timpul de staţionare a apei în bazinele de aerare;

— concentraţia apelor uzate în impurităţi oxidabile;

— concentraţia şi caracteristicile nămolului activ din bazinul de aerare.

În urma cercetărilor şi ca urmare a datelor culese din exploatare, s-a stabilit că la intrarea în bazinul de aerare, consumul de oxigen este mai mare decât la ieşire; de aceea, se recurge la aerarea mai intensă a capătului amonte al bazinului şi mai puţin intensă al celui din aval, dacă nu s-a adoptat schema de distribuţie în etape (fig. 6.5, *b* şi *c*). Procedeul de a introduce aerul în cantităţi variabile de-a lungul bazinului este cunoscut sub numele de aerare treptată. Acest tip de aerare poate conduce, uneori, în exploatare, la economie de energie.

Iniţial, c a n t i t a t e a d e a e r n e c e s a r se stabilea pornind de la consumul biochimic de oxigen al apelor influente staţiei; se admite că este necesar un consum de 1 kg oxigen pentru a îndepărta 1 kg CBO_5. Între timp, s-a

arătat că există o relaţie între oxigenul necesar şi cantitatea de CBO_5 îndepărtat. Astfel, pentru un randament de epurare a CBO_5-ului de 80%, este necesar un consum de 0,5 kg oxigen/kg CBO_5 îndepărtat, iar pentru un randament de 98% acest consum ajunge la 1,5 kg/kg. Pentru un randament de 95% a CBO_5-ului, consumul de oxigen este de 0,9 kg/kg.

Sistemele de aerare trebuie să introducă în bazinele de aerare o cantitate de oxigen mai mare decât cea necesară. Aceasta întrucât se au în vedere o serie de factori care influenţează transferul, ca: difuzia oxigenului prin apă, temperatura, presiunea atmosferică, prezenţa nămolului activ etc.

În acest sens, sistemele de aerare trebuie să aibă o anumită c a p a c i t a t e d e a e r a r e, care să asigure necesarul. De obicei, această capacitate de aerare se calculează cu relaţii mai complicate, în care se ţine seama de influenţa factorilor prezentaţi mai sus. Se poate considera pentru simplificare, în cazul general, că între capacitatea de oxigenare şi necesarul de oxigen există un raport 2:1.

Într-o staţie de epurare se pot folosi următoarele mijloacele prin care să se realizeze controlul concentraţiei de oxigen:

În cazul aerării pneumatice:

— se măreşte debitul de aer, prin: mărirea vitezei suflantei; pornirea unor suflante suplimentare;

— se micşorează debitul de ape uzate, prin: punerea în funcţiune a mai multor bazine de aerare, în situaţia în care există în cadrul staţiei; creşterea debitului în anumite bazine, astfel încât debitul în alte bazine să fie suficient de scăzut pentru a menţine concentraţia de oxigen dizolvat la nivel convenabil; by-pasarea unei părţi a efluentului bazinului de aerare în receptor. Acest procedeu nu este recomandabil şi ar trebui folosit numai ca o ultimă măsură.

În cazul aerării cu dispozitive mecanice:

— se măreşte viteza aeratorului mecanic, dacă este posibil;

— se pun în funcţiune mai multe echipamente de aerare;

— se by-pasează o parte din influentul bazinului de aerare în receptor.

Acest procedeu, aşa cum s-a arătat mai sus, nu este recomandabil şi ar trebui folosit numai ca ultimă măsură.

Eficienţa treptei de epurare cu nămol activ. Toate operaţiile care se execută în cadrul exploatării normale a unei trepte biologice urmăresc obţinerea unor eficienţe de epurare cât mai ridicate. Eficienţa de epurare depinde de toţi parametrii procesului de epurare cu nămol activ, cum ar fi:

— concentraţia impurităţilor în influentul bazinului de aerare C_0(CCO), C_0' (CBO_5);

— debitul influentului Q;

— timpul de retenţie hidraulică t;

— încărcarea organică a nămolului activ I_{ON};
— încărcarea organică a bazinului de aerare I_{ob};
— concentraţia nămolului activ în bazinul de aerare C_N;
— debitul nămolului activ recirculat q;
— debitul nămolului activ în exces Q_w;
— concentraţia nămolului în debitul recirculat C_{NR};
— oxigenul introdus în bazinele de aerare.

Între toate aceste elemente, parametrul care influenţează eficienţa procesului de epurare biologică, în mod deosebit, este încărcarea organică a nămolului activ. Aceasta întrucât încărcarea organică a nămolului activ, I_{ON}, este o mărime care înglobează influenţele celor mai mulţi parametri ai procesului cu nămol activ.

Cum se manifestă această influenţă a diverşilor parametri?

Se consideră relaţia de definiţie a încărcării organice I_{ON}:

$$I_{ON(CCO)} = \frac{QC_{0(CCO)}}{VC_N}; \quad I_{ON(CBO_5)} = \frac{QC'_{0(CBO_5)}}{VC_N}.$$

Se urmăreşte, în continuare, cum parametrii enumeraţi mai sus influenţează încărcarea:

— creşterea debitului influent Q şi concentraţia influentului în impurităţi C_0 sau C_0' măresc încărcarea organică;
— creşterea volumului V scade încărcarea organică;
— raportul Q/V care are semnificaţia inversului timpului de retenţie hidraulică conţine, deci, influenţa lui t asupra încărcării;
— mărirea concentraţiei C_N a nămolului în bazinul de aerare scade încărcarea organică a nămolului; dar mărirea concentraţiei C_N se poate realiza prin creşterea debitului de recirculare q, sau scăderea debitului de nămol în exces Q_w; în acelaşi timp, se poate creşte valoarea C_N, deci se scade încărcarea dacă se măreşte concentraţia nămolului activ C_{NR}, la baza decantorului secundar (în recirculat); creşterea lui C_{NR} depinde de performanţele decantorului;
— oxigenul introdus poate influenţa încărcarea în modul următor: lipsa de oxigen contribuie la umflarea nămolului; un nămol umflat nu sedimentează bine, deci se obţine o concentraţie mică C_{NR} în debitul recirculat; reiese clar că o cantitate de oxigen insuficientă în bazinele de aerare are ca efect o creştere a încărcării.

Experienţa a dovedit că de cele mai multe ori creşterea încărcării organice este asociată cu scăderea eficienţei de epurare, iar scăderea acesteia cu creşterea eficienţei.

De fapt, influenţa încărcării organice poate fi stabilită cu atâta siguranţă doar pentru apele uzate menajere şi orăşeneşti, în care ponderea apelor industriale este mică şi care au o compoziţie destul de asemănătoare.

Pentru apele uzate orăşeneşti, a căror epurare se studiază încă de la începutul secolului, au fost întocmite diagrame şi tabele în care este prezentată relaţia dintre încărcarea organică a nămolului activ şi eficienţa de epurare (tabelul 6.1 şi fig. 6.14).

Tabelul 6.1

Parametrii de proiectare ai bazinelor cu nămol activ pentru epurarea apelor uzate orăşeneşti

Specificaţii	Simbol	UM	Epurarea cu stabilizarea nămolului	Epurarea cu nitrificare	Epurarea pt. evacuarea în emisar a unui CBO_5	
					20 mg/l	30 mg/l
Încărcarea organică a bazinului	I_{ob}	kg CBO_5/ m^3 bazin·zi	0,25	0,50	1,00	2,00
Încărcarea organică a nămolului	I_{ON}	kg CBO_5/ kg SU·zi	0,05	0,15	0,30	0,60
Încărcarea hidraulică a bazinului	I_h	m^3 apă uzată/ m^3 bazin	0,83	2,50	5,10	10,80
Concentraţia nămolului activ în bazin	X	kg SU/ m^3 bazin	5,00	3,30	3,30	3,30
Indicele de nămol	I_n	ml/g	100	150	150	150
Raportul de recirculare	r	%	100	100	100	100
Nămol în exces	N_{ex}	kg SU/ m^3 bazin·zi	0,20	0,37	0,85	1,80
Oxigenul necesar	O_n	kg O_2/ m^3 bazin·zi	0,47	0,79	1,12	1,44
Capacitatea de oxigenare	CO	kg O_2/ kg CBO_5 îndepărtat	2,00	2,00	1,43	0,9
Timpul de aerare	t	h	—	4	2	1
Vârsta nămolului	θ_n	zile	25	9	4	2

Pentru celelalte ape uzate, în special cele provenite din industrie şi agricultură, şi chiar pentru apele uzate orăşeneşti cu o pondere însemnată de ape

uzate industriale, se impune studierea lor separată în scopul stabilirii relaţiilor dintre eficienţă şi ceilalţi parametri ai procesului.

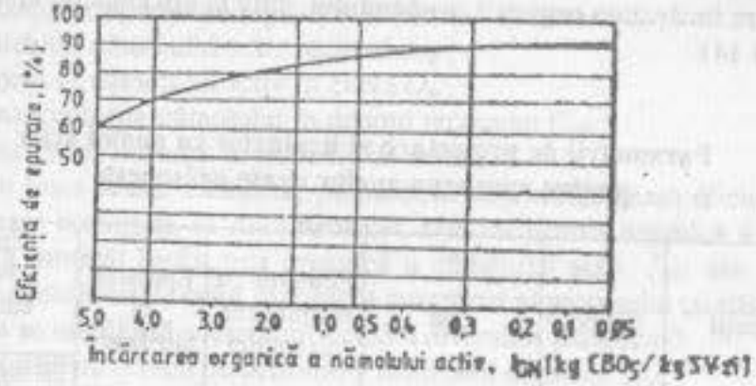


Fig. 6.14. Variaţia eficienţei de epurare în funcţie de încărcarea organică.

Deranjamente în exploatare. Pot să fie de mai multe feluri.

Schimbări ale indicelui de nămol. Cauza: nămolul activ este o cultură de microorganisme, eterogenă, formată dintr-un număr de specii şi genuri, ale cărei proprietăţi specifice se modifică datorită variaţiei caracteristicilor apelor uzate şi a condiţiilor de exploatare; ca urmare a acestor variaţii, indicele de nămol se schimbă din timp în timp.

Indicele de nămol se modifică atunci când:

— apele uzate conţin materii inerte, cu densitate mare, cum ar fi argilele, cenuşa, particulele fine de nisip etc.; în aceste condiţii, indicele de nămol scade; scăderea arată că nămolul sedimentează cu uşurinţă şi că nu sunt probleme deosebite în exploatarea decantoarelor secundare;

— apele uzate conţin mari cantităţi de substanţe organice, care contribuie la creşterea încărcării nămolului activ: atunci, indicele de nămol creşte. Condiţiile care provoacă creşterea indicelui de nămol pot crea probleme deosebite la separarea, concentrarea şi recircularea nămolului din decantoarele secundare în bazinele de aerare. Dacă indicele de nămol creşte în asemenea măsură încât este afectat procesul de epurare biologică, se spune că nămolul se „umflă";

— concentraţia de oxigen în bazinul de aerare scade sub anumite limite. Se pare că microorganismele care „populează nămolul umflat" se dezvoltă mai bine la concentraţii scăzute de oxigen.

Prevenirea şi remedierea se realizează prin:

— creşterea concentraţiilor de nămol activ în bazinul de aerare şi menţinerea acestora la valori ridicate cât mai mult posibil. S-a demonstrat practic că tendinţa spre „umflare" a nămolului este dată de unele microorganisme filamentoase sau cu aspect gelatinos, a căror creştere este încetinită de concentraţiile

mari de biomasă (nămol activ). Menţinerea unor concentraţii ridicate de biomasă în bazinul de aerare depinde de capacitatea sistemului de aerare de a asigura cu oxigen procesul în asemenea condiţii şi de cea a instalaţiilor de recirculare şi evacuare a nămolului excedentar;

— creşterea cantităţii de aer introduse în bazinele de aerare; s-a dovedit, uneori, a avea un efect pozitiv asupra umflării nămolului;

— administrarea nămolului recirculat, a unor doze de clor alese judicios. Dozele considerate, în general, eficiente sunt de 10–20 mg/l (valori raportate la volumul nămolului recirculat). Dozele de clor se pot raporta şi la conţinutul de suspensii exprimate ca substanţă uscată; în acest sens, se recomandă doze de clor de 0,3–0,6% din substanţa uscată. Efectul clorului asupra umflării s-a atribuit mai multor cauze. Printe altele, el ar scoate apa strâns legată de materia gelatinoasă din nămolul activ. Aplicarea clorului pentru controlul umflării nu înlătură cauzele fenomenului, aşa încât tratamentul este eficace atât timp cât se aplică;

— amestecarea nămolului fermentat anaerob cu nămolul activ. Procedeul presupune amestecarea de nămol fermentat cu nămol activ recirculat în raport de 1:1, aerarea amestecului un anumit interval de timp şi introducerea nămolului activ astfel obţinut în bazinele de aerare. Scăderea indicelui de nămol este cu atât mai pronunţată cu cât cantitatea de nămol fermentat adăugat, exprimată sub formă de substanţă uscată, este mai mare.

Aceste intervenţii în exploatare sunt recomandate, de obicei, pentru combaterea umflării nămolului în staţiile de epurare a apelor uzate orăşeneşti. Aplicarea lor conduce mai mult sau mai puţin la scăderea indicelui de nămol.

Problema umflării nămolului este însă deosebit de importantă, atât pentru staţiile de epurare mecano–biologice orăşeneşti, cât şi pentru unele staţii de epurare biologică industriale, iar combaterea acestui fenomen nu este deloc simplă, întrucât „umflarea" apare ca rezultatul influenţei unui foarte mare număr de factori.

Ridicarea nămolului activ la suprafaţă. Cauza: nitrificarea excesivă. Nitrificarea, de fapt, provoacă două dezavantaje majore:

— flotarea nămolului separat în decantor, la suprafaţa acestuia. Acţiunea se datoreşte gazelor produse de unele bacterii anaerobe, care în absenţa oxigenului descompun azotaţii din apă, producând, printre altele, azot şi bioxid de carbon. Bulele de gaz în drumul lor ascendent antrenează şi nămolul activ. Aceste fenomene de nitrificare şi flotare a nămolului au loc dacă se lasă să se acumuleze la baza decantorului (pe radier) un strat considerabil de nămol. Când nămolul pluteşte la suprafaţa decantorului, în efluentul acestuia se înregistrează o creştere semnificativă a concentraţiei de suspensii;

— accentuarea fenomenelor de eutrofizare (degradare) a receptorilor, din cauza conţinutului mare de săruri de azot (azotaţi şi azotiţi). Aceste săruri au rolul de fertilizanţi pentru flora acvatică, care se va dezvolta excesiv, iar după moarte,

materia organică pe care o conţin contribuie la o scădere pronunţată a concentraţiei de oxigen, ceea ce pune în pericol existenţa vieţii în receptor.

Prevenirea şi remedierea: când apare nămolul plutitor la suprafaţa apei în decantoarele secundare, se pot lua următoarele măsuri:

— se măreşte debitul de nămol activ recirculat, care se pompează din decantorul secundar; acesta reduce timpul de staţionare a nămolului pe radierul decantorului şi creşte perioadă de timp în care nămolul este sub aerare;

— se reduce încărcarea cu ape uzate a bazinului de aerare, prin punerea în funcţiune a unor unităţi de rezervă;

— se măreşte viteza de mişcare a mecanismelor de colectare a nămolului;

— se reduce aerarea prin scoaterea din funcţiune a unor echipamente de aerare; micşorarea aerării are ca efect o reducere a nitrificării.

Formarea spumei. Cauza: concentraţii mari de detergenţi sau alte produse tensioactive în apele uzate.

Spuma tinde să se formeze pe laturile bazinelor de aerare opuse acelora pe care sunt amplasate dispozitivele de aerare. În cazul turbinelor de aerare cu ax vertical, spuma se strânge la periferia bazinelor. Spuma se adună în cantitate mare, se revarsă peste pasarele şi scări de acces, făcându-le alunecoase şi periculoase, mai ales în porţiunile în care sunt murdare. Vântul poate împrăştia spuma în incinta staţiei, murdărind construcţiile şi constituind un pericol pentru sănătatea muncitorilor.

Cantitatea spumei formate creşte în funcţie de:

— scăderea concentraţiei de materii solide (nămol activ) în lichidul aerat;

— creşterea aerării şi a gradului de amestec;

— creşterea eficienţei de epurare a apelor uzate;

— creşterea temperaturilor atmosferice.

Prevenirea şi remedierea se realizează astfel:

— se stropesc suprafeţele acoperite cu spumă cu apă curată, efluent epurat, apă decantată etc.;

— se aplică pe suprafaţa bazinului cantităţi mici de substanţe antispumante. Antispumanţii sunt substanţe active care îndepărtează rapid spuma, dar care nu sunt eficiente decât pe perioade scurte; este de multe ori necesară aplicarea lor de câteva ori pe oră;

— se măreşte concentraţia de nămol activ din bazinul de aerare, prin creşterea gradului de recirculare şi reducerea evacuării de nămol excedentar. Acest mod de combatere a spumei s-a dovedit cel mai eficient. Pentru a putea fi aplicat cu rezultate bune, este necesar ca nămolul activ aă aibă un indice al nămolului mic.

Determinări şi înregistrări. În scopul exploatării şi realizării unei eficienţe cât mai ridicate, se determină şi se înregistrează:

— debitul de apă uzată influent bazinului de aerare;

— concentraţia oxigenului dizolvat din bazinele de aerare, decantoarele secundare şi sistemul de recirculare a nămolului, cel puţin o dată pe zi;

— concentraţia substanţelor organice exprimate sub forma de CCO şi CBO_5 în influentul bazinului de aerare şi în efluentul decantorului secundar. Pe baza acestor determinări se calculează eficienţa de epurare a treptei biologice, încărcarea organică a acesteia, necesarul de oxigen. Determinările trebuie făcute zilnic pentru staţiile mari şi nu mai puţin de două ori pe săptămână pentru staţiile mici;

— concentraţia nămolului activ exprimat ca substanţă uscată şi volatilă din bazinele de aerare, efluentul decantorului secundar şi din nămolul recirculat;

— cantitatea de nămol recirculat şi evacuat ca excedentar;

— cantitatea de aer introdus în bazinele de aerare;

— consumul de curent electric necesar funcţionării utilajelor şi aparatelor de măsură şi control;

— timpul necesar deservirii curente a bazinelor cu nămol activ, cel necesar reparaţiilor şi remedierilor de funcţionare.

6.5. Epurarea în filtre biologice (biofiltre)

În cazul filtrelor biologice, cultura de microorganisme este depusă pe un suport inert din punct de vedere biologic. Astfel, filtrele biologice sunt construcţii de epurare care conţin un material granular de umplutură (pietriş, zgură, cocs, material ceramic, material plastic etc.), pe care se formează pelicula biologică care contribuie la biooxidarea impurităţilor din apa uzată. Procesele prin care impurităţile sunt transformate în biomasă sunt similare celor ce au loc la epurarea cu nămol activ.

Schematic, epurarea apelor uzate în filtrele biologice este reprezentată în fig. 6.15. Apa cu conţinut de impurităţi este introdusă pe la partea superioară a filtrului biologic, străbate materialul granular de umplutură pe care creşte pelicula biologică şi părăseşte instalaţia pe la partea inferioară. Întrucât o singură parcurgere a materialului de umplutură nu este, uneori, suficientă pentru asigurarea eficienţei de epurare dorite, efluentul se recirculă. Ca urmare a îndepărtării impurităţilor de către pelicula biologică, aceasta creşte şi se desprinde de pe umplutură la numite intervale de timp (fenomen de „năpârlire"). Pelicula desprinsă se înlătură din efluentul epurat prin decantare. Fitrul biologic este urmat, deci, de un decantor secundar.

Similar epurării biologice cu nămol activ, şi în cazul filtrului biologic rolul esenţial în epurare este deţinut de bacterii. Pe lângă acestea, filtrele biologice adăpostesc un număr mare de microorganisme şi organisme: protozoare, viermi,

crustacee, larve de insecte etc. Filtrele biologice sunt deseori infestate de musca *Psychoda*. Ea nu „înţeapă", însă pătrunde în ochii, urechile, nările oamenilor şi animalelor. Raza ei de zbor este mică, 50–100 m, dar vântul o poate transporta la mari distanţe.

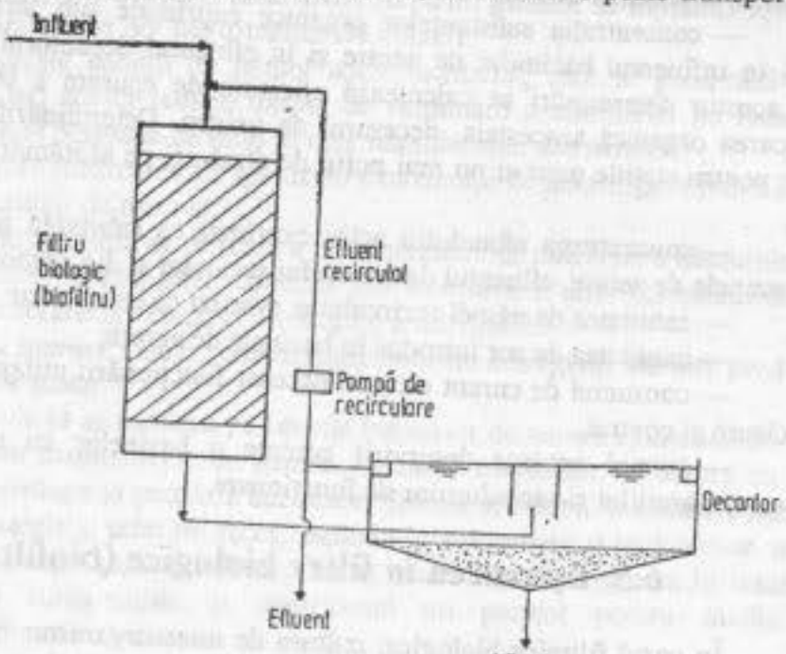


Fig. 6.15. Schema epurării apelor uzate într-un filtru biologic.

În filtrele biologice mai trăieşte o mică insectă, *Achorutes*, care ajunge în mod natural în filtrul biologic sau se poate introduce artificial, contribuind şi ea la distrugerea materiilor organice, deoarece se hrăneşte cu acestea, existente în principal pe pelicula biologică. *Psychoda* şi *Achorutes* se găsesc rareori împreună în filtrele biologice.

În filtrele biologice nu se creează un mediu acvatic propriu-zis sau un mediu uniform. Condiţiile pe care le oferă biofiltrul variază odată cu înălţimea acestuia. Astfel, formele de viaţă mai evoluate – viermi, insecte, hidracarieni etc. – împreună cu algele se dezvoltă mai mult în partea superioară sau numai pe partea superioară, la lumină (vezi algele). Pe măsură ce apa uzată pătrunde în adâncime, respectiv este mai curată, apar schimbări în conţinutul şi felul organismelor prezente la diferite niveluri.

6.5.1. Parametrii filtrului biologic

Epurarea apelor uzate în filtrele biologice este caracterizată de următorii parametri:

Raportul de recirculare, n_r, este raportul dintre debitul efluentului recirculat Q_r şi debitul influent Q (vezi recircularea nămolului activ):

$$n_r = \frac{Q_r}{Q}. \tag{6.9}$$

Factorul hidraulic al recirculării F_h este raportul dintre debitul influent filtrului biologic la care se adaugă debitul de recirculare Q_r şi debitul influent:

$$F_h = \frac{Q+Q_r}{Q} = 1+\frac{Q_r}{Q}. \tag{6.10}$$

Factorul biologic al recirculării F este dat de expresia:

$$F = 1+\frac{fQ}{Q_r}, \tag{6.11}$$

în care f este proporţia de materie organică îndepărtată (exprimată ca CBO) la fiecare trecere a apei prin filtru.

În tabelul 6.2 sunt date câteva valori ale acestor parametri. Rezultă din acest tabel că factorul hidraulic al recirculării creşte paralel cu creşterea raportului de recirculare, în timp ce factorul biologic al recirculării nu creşte substanţial pentru valori ale raportului de recirculare mai mari de 2–3.

Tabelul 6.2

Raportul de recirculare, factorul hidraulic şi biologic al recirculării

Raportul de recirculare $n_r = Q_r/Q$	0,5	1	2	4	8	16
Factorul hidraulic al recirculării F_h	1,5	2	3	5	3	17
Factorul biologic al recirculării F	1,4	1,7	2,1	2,6	2,8	2,5

Încărcarea organică I_o este raportul dintre cantitatea de poluant organic introdus în filtru într-un anumit interval de timp (de obicei zilnic) şi volumul acestuia. Expresia este similară cu aceea cu care se calculează încărcarea organică a bazinului de aerare [v. relaţia (6.4)].

Încărcarea hidraulică I_h este raportul dintre cantitatea de poluant introdus în filtru într-un anumit interval de timp (de obicei zilnic) şi suprafaţa ariei transversale a acestuia, conform relaţiei:

$$I_h = \frac{QC_0}{A}, \tag{6.12}$$

în care A este suprafaţa şi C_0 concentraţia impurităţilor în influent.

În tabelul 6.3 sunt prezentate valori uzuale pentru încărcarea organică a filtrelor biologice.

Tabelul 6.3

Parametrii de proiectare ai filtrelor biologice (biofiltre)

Parametrul filtrului biologic	Tipul filtrului biologic			
	de mică încărcare	de medie încărcare	de încărcare normală	de mare încărcare
Încărcare organică, I_o, g/m^3·zi (CBO_5)	200	200–450	450–750	750–1100
Încărcare hidraulică, I_h, m^3/m^2·h	0,2	0,4–0,8	0,6–1,2	0,7–1,5
Eficiența în CBO_5, %	85%	80%	75%	70%
Concentrația în CBO_5 a efluentului, mg/l CBO_5	20	25	30	45

6.5.2. Tipuri de filtre biologice

Filtrele biologice se pot clasifica după mai multe criterii:

După încărcarea organică pot fi filtre de mică încărcare, de încărcare medie, încărcare normală și de mare încărcare (v. tabelul 6.3).

Filtrele biologice de mare încărcare produc un efluent biologic aproape stabilizat cu conținut de nitrați. Eficiența medie de îndepărtare a CBO_5-ului în aceste filtre este de circa 90%.

Efluentul filtrului de mare încărcare este mai puțin stabil; eficiența de epurare realizată de aceste filtre este mai mică (circa 75% în îndepărtarea CBO_5-ului). Epurarea în acest caz se cheamă și epurare parțială.

Între cele două extreme, filtrele biologice pot fi exploatate și la încărcări medii și normale (v. tabelul 6.3).

După numărul de trepte de epurare pot fi: filtre biologice cu o singură treaptă și filtre cu două trepte de epurare.

În filtrul biologic cu o singură treaptă, apa uzată parcurge instalația de sus în jos, o parte din efluent se recirculă, iar cealaltă este evacuată.

Prima treaptă de epurare poate fi urmată de a doua, care contribuie la creșterea eficienței de îndepărtare a impurităților. Posibilitățile de amplasare a filtrului în cadrul unei stații de epurare sunt prezentate schematic în fig. 6.16.

După modul în care se face alimentarea și realizarea contactului dintre apa uzată și pelicula biologică pot fi filtre biologice de contact, obișnuite și scufundate.

Filtrele biologice de contact au fost primele instalații care au folosit procesul de epurare biologică, construcția lor începând chiar înainte de anul 1900. Constau dintr-un bazin etanș, puțin adânc (≈1 m), umplut cu material inert (de

obicei piatră spartă). În acesta apa uzată era introdusă o dată sau de două ori pe zi; după 2–3 h apa era evacuată. În restul timpului, filtrul rămînea fără apă pentru aerare, formarea membranei biologice etc.

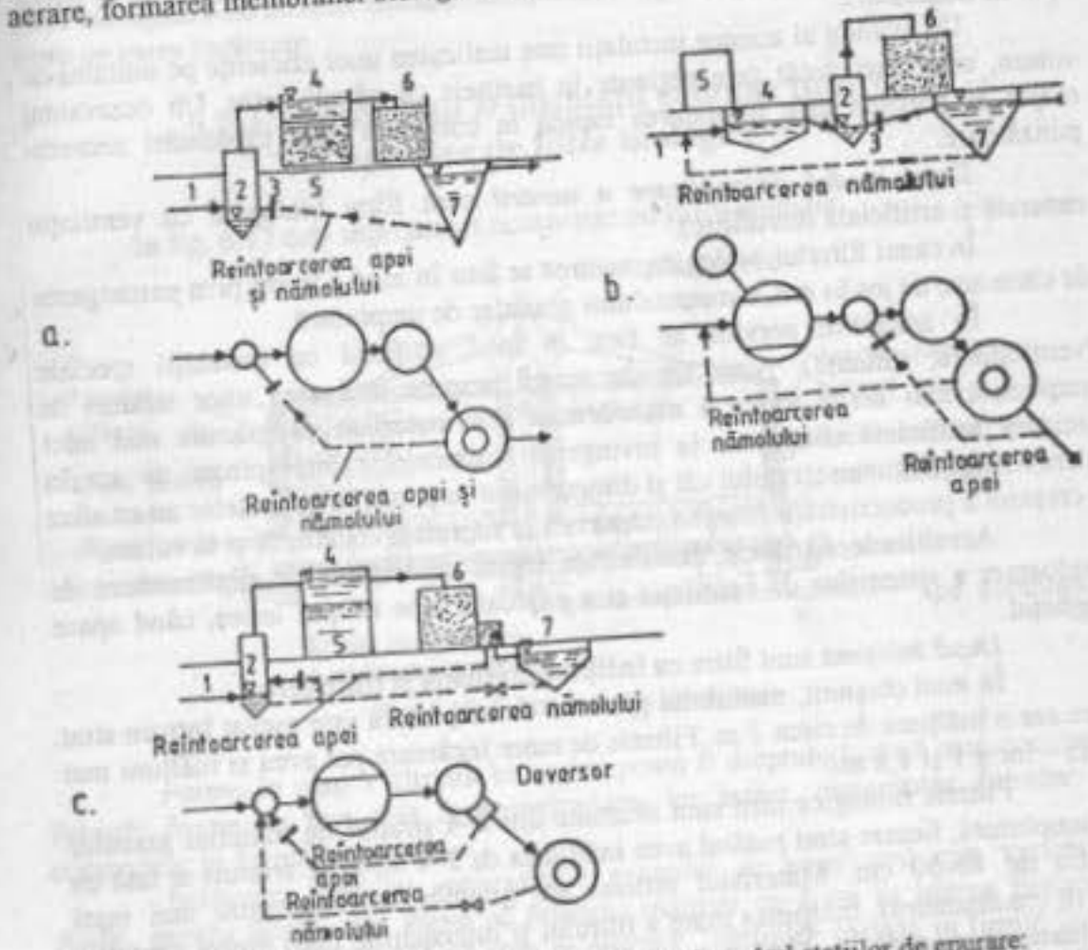


Fig. 6.16. Schema de amplasare a biofiltrelor în cadrul stațiilor de epurare:
1 – apa brută; *2* – stație de pompare; *3* – vană cu flotor; *4* – decantor primar;
5 – bazin de fermentare; *6* – biofiltru; *7* – decantor secundar.

La filtrele biologice obișnuite, alimentarea se face în mod continuu, pe la partea superioară; apa uzată în drumul ei descendent udă materialul granular de umplutură pe care se află pelicula biologică, iar printre spațiile acestuia circulă de jos în sus aer în convecție naturală.

Filtrele biologice scufundate sunt instalații în care materialul granular de umplutură este menținut în permanență sub apă. Aceste filtre funcționează numai cu aerare artificială. Aerul comprimat este insuflat permanent pe la partea infe-

rioară a materialului granular, prin tuburi găurite aşezate la distanţe egale între ele. Pelicula biologică ce se formează pe suprafaţa materialului granular de umplutură se desprinde şi este antrenată în mod continuu pe la partea superioară şi se reţine apoi în decantoare.

Un avantaj al acestor instalaţii este realizarea unor eficienţe pe unitatea de volum, mai mari decât cele obţinute în bazinele cu nămol activ. Un dezavantaj major al acestora este înfundarea rapidă în condiţiile unei exploatări necorespunzătoare.

După modul de realizare a aerării sunt filtre biologice cu ventilaţie naturală şi artificială (aerofiltre).

În cazul filtrelor biologice, aerarea se face în mod natural prin parcurgerea de către aer, de jos în sus, a materialului granular de umplutură.

În aerofiltre aerarea se face în mod artificial cu instalaţii speciale (ventilatoare, suflante). Acest tip de aerare permite utilizarea unor straturi de umplutură mai înalte (circa 4 m), formate din materiale cu granule mai mici (aerarea artificială contribuie la învingerea rezistenţelor întâmpinate de aer în filtru). Atât înălţimea stratului cât şi dimensiunea mai mică a granulelor au ca efect o creştere a productivităţii filtrului, raportată la suprafaţa construită şi la volum.

Aerofiltrele au unele dezavantaje legate de cheltuielile suplimentare de exploatare a sistemelor de ventilaţie şi a exploatării pe timpul iernii, când apare îngheţul.

După înălţime sunt filtre cu înălţime obişnuită şi filtre turn.

În mod obişnuit, materialul granular de umplutură este aşezat într-un strat care are o înălţime de circa 2 m. Filtrele de mare încărcare pot avea şi înălţimi mai mici – între 1 şi 1,8 m.

Filtrele biologice turn sunt alcătuite din 2–4 straturi de material granular de umplutură, fiecare strat putând avea înălţimea de 2–4 m; între straturi se lasă un spaţiu de 40–50 cm. Materialul utilizat are granule cu dimensiuni mai mari (4–10 cm diametru). Înălţimea mare a filtrului şi interspaţiile mari dintre straturile de material creează un tiraj natural foarte puternic, ce contribuie la o aerare pronunţată, în întreaga instalaţie.

Filtrele biologice turn se folosesc pentru epurarea apelor uzate orăşeneşti şi cu încărcare organică mare.

Din punct de vedere al materialului granular de umplutură, filtrele biologice pot folosi materiale de formă neregulată (piatră, cocs, zgură etc.) sau de formă regulată (grătare, piese cu o anumită geometrie). Între filtrele cu material de formă regulată a căpătat o utilizare largă cel din material plastic, acesta oferind o serie de avantaje faţă de cel clasic, printre care: greutate specifică mai mică, suprafaţă specifică mai mare, sensibilitate mai mică la colmatare.

În aceste condiţii, filtrele biologice ocupă suprafeţe mai mici decât cele clasice şi realizează producţii mai mari pe unitatea de volum de instalaţie. Aceste filtre biologice s-au dovedit foarte avantajoase, în situaţia în care au fost utilizate ca filtre de mare încărcare.

6.5.3. Construcţii şi instalaţii comune tuturor tipurilor de filtre biologice

În fig. 6.17 este reprezentat schematic un filtru biologic.

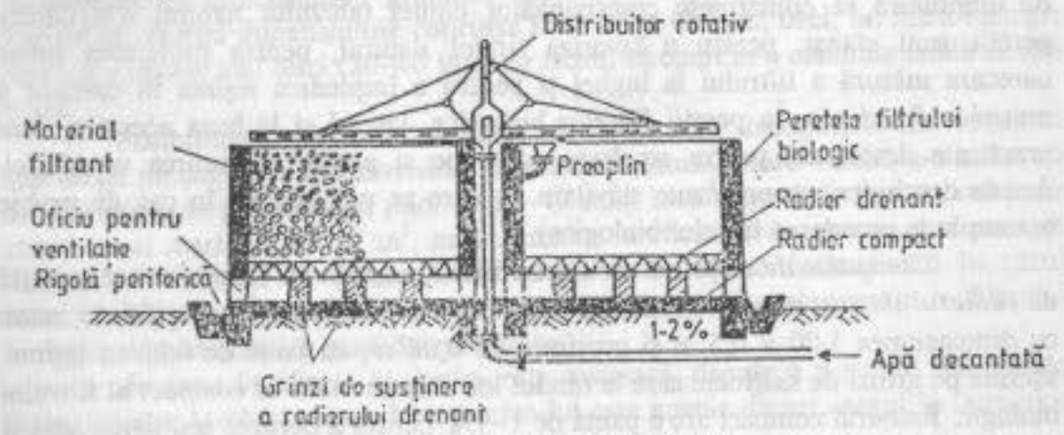


Fig. 6.17. Filtru biologic (biofiltru).

Forma în plan a filtrelor biologice poate fi dreptunghiulară sau circulară. Primele forme au fost cele dreptunghiulare, iar astăzi, majoritatea filtrelor se construiesc în formă circulară.

Înălţimea stratului materialului granular de umplutură este variabilă. Astfel, pentru filtrele din Rusia se folosesc înălţimi de 2 m; în Marea Britanie, 1,8 m; în S.U.A. 1,5–4 m. După cum se observă, înălţimea variază în limite largi, întrucât ea depinde de mulţi factori, cum ar fi: concentraţia impurităţilor în apele uzate, tratabilitatea biologică a apelor uzate, dimensiunea granulelor materialului, modul de aerare, gradul de epurare urmărit etc. Astfel, dacă o apă este mai concentrată în impurităţi, timpul de trecere al acesteia prin materialul de umplutură trebuie să fie mai mare, deci şi înălţimea mai mare. În situaţia unor ape uzate foarte uşor tratabile biologic, dar cu concentraţie scăzută în impurităţi, pe măsură ce se înaintează în filtrul biologic, din cauza îndepărtării cu uşurinţă a CBO_5-ului, pelicula biologică dispune de tot mai puţină hrană. În aceste cazuri, se fac filtre biologice cu înălţimea mică şi cu grad mai mare de recirculare a apei.

Filtrele de mare încărcare au înălţimi ale stratului de material de umplutură cuprinse între 1,0 şi 1,8 m, uneori chiar mai mult. Aşa-numitele filtre

turn au 3–4 straturi de material, separate între ele prin straturi de aer, fiecare strat având 4–5 m înălțime.

În ceea ce privește înălțimea filtrelor biologice în două trepte, datorită faptului că acestea, în final, egalează efectul unei singure trepte, înălțimea însumată a celor două trepte trebuie să fie, în principiu, egală cu cea a unei singure trepte.

Pereții de susținere ai filtrului biologic sunt construiți, în general, din beton armat cu grosimi ce variază între 20 și 30 cm. În cazul filtrelor biologice de dimensiuni mai mici, se pot folosi și alte materiale: piatra, betonul, cărămida. Sunt situații în care se poate renunța la pereți, iar atunci taluzurile materialului granular de umplutură se construiesc corespunzător pantei taluzului natural. De obicei, pereții sunt etanși, pentru a favoriza tirajul natural, pentru protejarea într-o oarecare măsură a filtrului la îngheț și pentru a împiedica ieșirea în exterior a muștelor *Psychoda*. În pereții filtrelor biologice, lateral și la baza acestora, sunt practicate deschideri pentru recoltare de probe și pentru asigurarea ventilației. Aceste deschideri au prevăzute stăvilare cu care se pot închide în caz de nevoie (exemplu la inundarea filtrelor biologice).

Elementele de susținere ale materialului granular de umplutură se suportă de *radierul de susținere*, executat, de obicei, din prefabricate. Sunt plăci de beton cu dimensiunea 1,00 × 0,5 m și grosimea de 0,08 m, cu fante de 0,03 m lățime, așezate pe grinzi de susținere care la rândul lor stau pe *radierul compact* al filtrului biologic. Radierul compact are o pantă de 1–5%, pentru a permite scurgerea apei și a peliculei de nămol la rigola periferică. Radierul compact se execută din beton sau beton armat și se așază pe o fundație de nisip și pietriș.

Caracteristicile materialului granular de umplutură sunt în funcție de natura și dimensiunile granulelor. Ca materiale de umplutură pentru filtre biologice se pot folosi: zgura provenită de la cazane, cocsul, roca spartă de natură diferită, cărămida, inelele Rashing, materialele plastice etc. Se preferă materialele locale, întrucât natura acestora nu influențează semnificativ performanțele procedeului.

Materialul de umplutură trebuie să îndeplinească o serie de condiții:

— să aibă rezistență mecanică;

— să reziste la variațiile de temperatură și la cele de compoziție a apei uzate;

— să aibă o suprafață cât mai poroasă și mai rugoasă, pentru a oferi peliculei biologice suprafețe de contact cât mai mari;

— să nu conțină substanțe inhibatoare pentru procesul de epurare biologică;

— să aibă o constituție uniformă, să nu conțină părți fine care ar putea duce la colmatare;

— să fie curat.

În ceea ce privește dimensiunile părților constitutive ale materialului de umplutură, se recomandă diverse valori: astfel, în Anglia, dimensiunile uzuale ale granulelor sunt 20–50 mm; în S.U.A. se preferă dimensiuni mai mari, 60–100 mm; în Rusia se recomandă alcătuirea unor straturi cu granule cu dimensiuni variabile; la partea superioară se așază un strat filtrant de repartiție având o înălțime de circa 0,20 m și granule de 20–30 mm; la mijloc un strat de lucru de 1,60 m înălțime și cu granule de 30–50 mm; la partea inferioară se așază un strat de 0,20 m cu granule de 50–70 mm.

Suprafața de contact este de circa 95 m^2/m^3 pentru materialul granular de umplutură, cu dimensiunile granulei cuprinse între 40 și 80 mm și de circa 190 m^2/m^3 pentru dimensiunile cuprinse între 25 și 40 mm; deci, un filtru biologic care are granule mai mici (20–40 mm) ar trebui să epureze o cantitate dublă de apă uzată.

Posibilitatea creșterii cantității de impurități îndepărtate cu creșterea suprafeței de contact a fost dovedită, dar între anumite limite. Astfel, s-a arătat că dimensiunile de granule mai mici de 20–40 mm, care asigură de fapt suprafețe de contact mai mari de 200 m^2/m^3, nu au condus la eficiențe de epurare mai mari, ci dimpotrivă. Aceasta se datorește dificultăților de aerare întâmpinate în cazul materialelor cu granule de dimensiuni mici, formării mai greoaie a filmului biologic și posibilităților mari de colmatare.

Aerarea în filtrele biologice este necesară, deoarece procesul din filtrele biologice este aerob și pentru întreținerea lui este nevoie de aer. Aerul se introduce prin *ventilație naturală* sau *artificială*.

Ventilația naturală se obține ca urmare a diferenței de temperatură dintre aerul din interiorul filtrului și exteriorul acestuia. Aerul din interiorul filtrului este iarna mai cald decât cel din exterior; acest aer mai cald se ridică, iar pe la baza filtrului intră aer rece. Vara, aerul din interiorul biofiltrului este mai rece decât cel din exterior, deci părăsește filtrul pe la partea inferioară. În funcție de anotimp, deci ventilația are loc de jos în sus (iarna) și de sus în jos (vara). Cu toate acestea, în unele perioade, curentul de aer se inversează chiar de câteva ori pe zi, deoarece temperatura apei, deci a interiorului filtrului, rămâne constantă, pe când a aerului poate avea variații mari. În unele perioade, ventilația poate chiar stagna.

Ventilația naturală este influențată și de vânt.

Deschiderile dintre cele două radiere trebuie să fie suficiente pentru a lăsa să treacă curentul de aer cu debitul necesar; de asemenea, pe de altă parte, rigolele de colectare a apei uzate trebuie să aibă un grad de umplere de maximum 0,5 pentru ca pe deasupra apei să poată trece curentul de aer. Normele americane prevăd ca deschiderile dintre radiere să reprezinte 15% din suprafața orizontală a filtrului biologic.

Ventilația artificială este mai rar practicată în prezent, ea utilizându-se, în general, la filtrele biologice închise.

Distribuția apei uzate la suprafața filtrului biologic se poate face în mod continuu sau intermitent. În ambele situații, pentru distribuția apei sunt necesare distribuitoare. În situația distribuției intermitente, pe lângă distribuitoare sunt necesare și rezervoare de dozare.

Distribuitoarele pot fi fixe și mobile, iar la rândul lor, cele mobile sunt rotative sau „du-te-vino".

Distribuitoarele fixe pot consta din: strat de repartiție de 0,2 m înălțime (vezi mai sus); jgheaburi sau conducte găurite; instalație cu duze (sprinklere).

Jgheaburile și conductele găurite sunt folosite pentru filtre biologice mici.

Instalația cu duze este cea mai răspândită dintre distribuitoarele fixe, deși aceste tipuri de distribuitoare se folosesc tot mai puțin. Duzele sunt construite dintr-un ajutaj (cap) fixat pe conducta de distribuție și dintr-o pâlnie deflectoare care are posibilitatea de reglare. Apele uzate țâșnesc în sus prin duză și sunt împrăștiate de către deflector. Duzele se instalează la circa 15–30 cm deasupra suprafeței filtrului. Ele sunt astfel repartizate prin montaj pe țevile de distribuție, încât, de la începerea alimentării zonele stropite de diferite duze să aibă părți suprapuse pentru a se obține o repartiție cât mai uniformă a apei.

Distribuitorul rotativ constă dintr-o parte fixă și una mobilă, pe care sunt montate conductele de distribuție (2–3 buc.), care sunt prevăzute cu orificii în care sunt montate uneori duze. Apa uzată intră în conductele de distribuție și prin intermediul orificiilor sau al duzelor se răspândește pe suprafața filtrului biologic. Rotirea distribuitorului se poate face prin autopropulsare, când este necesară o diferență de nivel de 30–75 cm, sau cu ajutorul unui motor electric.

Distribuitoarele „du-te-vino" sunt folosite pentru filtre biologice cu secțiune dreptunghiulară. Constau dintr-un cilindru gol pe dinăuntru, în interiorul căruia sunt fixate niște jgheaburi cu secțiune dreptunghiulară asemănătoare celor de la roțile hidraulice. Distribuitorul este montat pe două perechi de roți care rulează pe o șină. Apa cade în jgheaburile distribuitorului dintr-o conductă așezată deasupra acestuia și pune în mișcare tot sistemul de distribuție. Distribuitoarele de acest tip funcționează prin intermediul unui rezervor de dozare.

Rezervoarele de dozare se utilizează la distribuția intermitentă a apei uzate. Ele se prevăd, în general, la:

— filtrele biologice de mică încărcare cu distribuitoare fixe;

— filtrele biologice de mică și mare încărcare, prevăzute cu distribuitoare autopropulsate, îndeoscbi la stații mici, pentru a asigura noaptea, la debite mici care ajung în stație gravitațional, înălțimea minimă de propulsare;

— filtre de mare încărcare cu recirculare, în special în perioade de debite mici.

Un rezervor de dozare de tip obișnuit constă dintr-un bazin în formă de trunchi de piramidă și dintr-un sifon care este dimensionat să se amorseze și să se dezamorseze la atingerea nivelului maxim, respectiv minim.

6.5.4. Exploatare și întreținere

Exploatarea normală. Exploatarea filtrelor biologice începe cu *amorsarea* lor, prin care se urmărește formarea pe umplutura filtrului a peliculei biologice active, care are rolul esențial în îndepărtarea impurităților din apele uzate.

Amorsarea se face, de obicei, în perioadele calde ale anului, când această operație se poate realiza cu mai multă ușurință și în timp mai scurt (circa 3 săptămâni); în perioadele mai reci, timpul necesar amorsării este mai lung.

Pentru amorsarea filtrului biologic se execută următoarele:

— verificarea deschiderilor de aerare naturală, respectiv punerea în funcțiune a instalațiilor de aerare artificială;

— punerea în funcțiune a sistemului de distribuție a apei uzate, prin pornirea pompelor sau prin deschiderea vanelor la instalațiile alimentate gravitațional;

— amorsarea sifoanelor la filtrele biologice cu alimentare intermitentă;

— începerea alimentării gradate a filtrului biologic, începând cu circa 25% din debitul influent, urmând a se crește acest debit până la limita normală într-un interval de circa 3 săptămâni;

— reglarea distribuitoarelor, în special a duzelor de apă brută, atât la începutul amorsării cât și după fiecare creștere a debitului de alimentare.

Fiecare mărire a debitului se face numai după ce, prin analize fizico–chimice efectuate asupra probelor de apă uzată recoltată de la intrarea și ieșirea din filtru și teste asupra peliculei biologice prelevate din diferitele puncte de recoltare (fixate dinainte), se constată că s-au atins condițiile de funcționare normală prevăzute în proiect.

Dacă în timpul amorsării se constată o înrăutățire a condițiilor de funcționare, prin scăderea concentrației oxigenului dizolvat în efluentul epurat, apariția mirosurilor neplăcute caracteristice unor zone de fermentare anaerobă, bălțirea apei la suprafața filtrului, dispariția microorganismelor caracteristice și apariția altora, se va proceda la reducerea debitului de alimentare sau se vor aplica măsurile recomandate în paragraful următor.

Amorsarea se consideră terminată dacă, după ajungerea la debitul proiectat la care trebuie să funcționeze filtrul, se constată prin determinările efectuate zilnic asupra influentului, efluentului și peliculei biologice că timp de 10 zile la rând se ating parametrii recomandați prin proiect.

După amorsarea filtrului biologic se poate trece la exploatarea curentă.

Bazinele de dozare cu sifon trebuie să distribuie apa la filtru în mod uniform. Dacă ele trimit apa în mod continuu, probabil că este înfundată conducta de ieșire a sifonului. Pentru a asigura o bună funcționare a bazinului de dozare, acesta trebuie curățat periodic, iar conductele corodate sau neetanșe trebuie înlocuite. Pereții și conductele trebuie să fie curățate zilnic, iar radierul bazinului –

săptămânal. Dacă bazinele de dozare sunt utilate şi cu aparate de măsurat debitul, care au dispozitiv cu plutitor, acestea trebuie curăţate şi gresate săptămânal. Aceleaşi măsuri se iau şi pentru jgheaburile basculante sau ale instalaţiei de dozare. Iarna, bazinul de dozare trebuie acoperit pentru a preîntâmpina formarea gheţii în bazin; în acest scop, se pot folosi scânduri de lemn, tratate special pentru a nu se degrada, sau material plastic.

Distribuitorii ficşi trebuie verificaţi zilnic, curăţindu-se toate duzele înfundate total sau parţial. Pentru a desfunda o duză se scoate pulverizatorul şi conul şi se curăţă cu o sârmă sau cu o vergea. La interval de o săptămână se scot duzele de la capătul conductelor de distribuţie şi se spală aceste conducte cu apă sub presiune. Conductele principale care distribuie apa uzată la conductele secundare trebuie, de asemenea, spălate cu un curent de apă sub presiune prin deschiderea unor vane de evacuare prevăzute în acest scop.

Distribuitorii rotativi. Duzele, ajutajele sau găurile de pe braţele rotative trebuie inspectate zilnic, pentru a constata dacă sunt sau nu înfundate, curăţindu-le dacă este necesar. Lagărele se întreţin în conformitate cu indicaţiile uzinei furnizoare. Tiranţii de susţinere a braţelor trebuie reglaţi în funcţie de temperatură (de fapt de anotimp), pentru a păstra o distanţă constantă faţă de stratul de umplutură (circa 15 cm). Dacă biofiltrul trebuie scos din funcţiune, vor fi golite de apă conductele orizontale, precum şi conducta centrală, verticală prin deschiderea robinetului de golire de pe aceasta. Golirea de apă a distribuitorului este de mare importanţă în anotimpul rece, datorită pericolului de îngheţ. Dacă în anotimpul rece filtrul este alimentat intermitent, vanele de la capătul braţelor rotative trebuie lăsate întredeschise, pentru a permite apelor uzate care sunt în braţ să se scurgă.

Menţiunile de mai înainte sunt valabile şi pentru distribuitorul rulant (du-te-vino).

Stratul filtrant trebuie să fie rezistent la compresiune, uniform ca mărime şi să nu fie influenţat de variaţiile de temperatură.

Frunzele şi alte materiale aduse de vânt, care se adună la suprafaţa filtrului trebuie îndepărtate rapid, pentru a nu provoca înfundarea acestuia. Zăpada trebuie îndepărtată, dacă nu se topeşte la contactul cu apa uzată influentă.

Sistemul de drenaj trebuie inspectat periodic, pentru a fi siguri că drenurile nu se vor colmata. Dacă drenurile sunt înfundate din cauza dezvoltării excesive a microorganismelor trebuie spălate cu un curent de apă. Din când în când şi în special după punerea în funcţiune a unor biofiltre noi, se antrenează fragmente mici din umplutura biofiltrelor. Aceste particule se acumulează în canalele de drenaj, pe care le pot înfunda. Materialul depus trebuie îndepărtat, dar nu trebuie descărcat în decantoarele secundare, de unde ar putea ajunge în bazinele de fermentare anaerobă sau pe conductele de legătură dintre acestea şi decantoarele secundare, provocând multe neajunsuri. Dacă este posibil, este recomandabil ca acest material să fie depozitat împreună cu nisipul de la deznisipatoare.

În cazul în care conductele de drenaj sunt obturate dintr-un motiv oarecare şi din această cauză se produce o ridicare a nivelului apelor uzate, trebuie eliminată cât mai urgent cauza.

Instalaţia de aerare (filtre biologice şi aerofiltre) trebuie controlată zilnic, în vederea eliminării pierderilor de aer şi furnizării unei presiuni constante. Ventilatoarele de rezervă trebuie întotdeauna ţinute în stare normală de funcţionare, pentru a putea fi utilizate în situaţiile necesare.

Decantoarele secundare trebuie exploatate şi întreţinute în aceleaşi condiţii ca şi decantoarele primare (v. cap.12).

Eficienţa îndepărtării substanţelor organice în biofiltre este influenţată, în mare măsură de buna funcţionare a decantoarelor secundare.

Nămolul depus în decantoarele secundare trebuie îndepărtat din acestea înainte de a intra în fermentare anaerobă, să se ridice la suprafaţă şi să fie antrenat în efluentul staţiei. Nămolul este, în mod normal, repompat în bazinele de decantare primară. Pomparea directă în bazinele de fermentare a nămolului se practică numai când există concentratoare de nămol.

Nămolul provenit din bazinele de dacantare finală, ce urmează după biofiltrele de mică încărcare, trebuie pompat des (de 1–3 ori pe zi), pentru a se împiedica ridicarea lui la suprafaţă. Aceasta se face o dată pe zi sau uneori mult mai des (din trei în trei ore), în perioadele de desprindere a peliculei de pe umplutură (năpârlire), ori atunci când vremea este călduroasă.

Nămolul provenit din bazinul de decantare secundară, care urmează după filtrele biologice de mare încărcare, trebuie menţinut în condiţii aerobe, întrucât el intră în fermentaţie mult mai repede decât cel provenit de la filtrele biologice de mică încărcare şi de aceea trebuie pompat mult mai des, chiar continuu.

Recircularea efluentului filtrului biologic practicată aproape la toate filtrele biologice de mare încărcare contribuie la:

— reducerea concentraţiei de impurităţi în influentul filtrului biologic;

— înlăturarea cu mai multă uşurinţă a materialului solid care se desprinde de pe materialul de umplutură, ca urmare a proceselor de creştere biologică, prevenindu-se în acest fel fenomenele de băltire;

— reducerea posibilităţilor de dezvoltare a muştelor;

— creşterea încărcării hidraulice a decantoarelor primare (dacă recircularca se face la nivelul acestora), în scopul menţinerii unui mediu aerob, în aceste filtre, care previne apariţia mirosurilor neplăcute;

— însămânţarea cu microorganisme active a apei uzate influentă filtrului biologic.

Debitul de recirculare în orice proces de epurare în filtre biologice depinde de mai mulţi factori: eficienţa de epurare care trebuie realizată, capacitatea pompelor, a bazinelor de decantare şi a distribuitorilor, costul pompării. Cel mai

avantajos, tehnic şi economic, mod de recirculare este acela prin care se obţin rezultatele dorite cu un debit minim recirculat.

Schemele folosite, de obicei, cuprind recircularea:

— unui debit continuu din efluentul filtrului biologic sau a decantorului secundar în influentul acestuia, pentru creşterea încărcării hidraulice, în scopul realizării unei distribuţii mai uniforme a apei uzate pe umplutură;

— unei părţi din efluentul decantorului secundar sau a filtrului biologic în perioadele în care debitul influent are o valoare scăzută, pentru a împiedica uscarea coloniilor de microorganisme sau a evita îngheţarea acestora;

— efluentului decantorului secundar sau a filtrului biologic, în decantorul primar pentru a împiedica apariţia condiţiilor anaerobe în perioadele de debit scăzut al apelor uzate brute;

— efluentului decantorului secundar sau al filtrului biologic în influentul acestuia, pentru a menţine un debit de alimenatre constant în orice perioadă;

— nămolului din decantorul secundar sau intermediar în decantorul primar.

Prin aceste scheme de recirculare se asigură o cât mai bună exploatare a staţiilor de epurare cu filtre biologice.

Întreţinerea fiitrelor biologice. Această întreţinere, ca de altfel a întregii staţii de epurare, se asigură prin realizarea mai multor operaţii.

Inspecţia preventivă, care constă din observarea zilnică de către personalul staţiei a tuturor părţilor componente ale instalaţiei, notarea defecţiunilor găsite şi, eventual, repararea pe loc a unora dintre ele. În acest sens, se fac diferite verificări.

Pentru filtrul biologic, verificările se referă la:

— respectarea parametrilor tehnologici de exploatare;

— funcţionarea sifonului dispozitivului de dozare, a conductelor, a duzelor, a orificiilor de distribuţie şi a pompelor;

— starea de curăţenie a pereţilor dispozitivelor de dozare, a dispozitivelor de distribuţie a apei uzate, a sistemelor de susţinere a acestora, precum şi a canalelor de colectare a apei;

— permeabilitatea materialului, în vederea prevenirii fenomenului de bălţire;

— presiunea şi debitul de aer, etanşeitatea canalelor, a conductelor de distribuţie şi a închiderii hidraulice în cazul aerofiltrelor.

Pentru decantoarele secundare, verificările se referă la:

— respectarea parametrilor tehnologici de exploatare;

— starea de curăţenie a sistemelor de distribuţie a apei la decantoare;

— nivelul nămolului şi respectarea programului de evacuare a acestuia;

— funcţionarea normală a sistemelor de colectare şi evacuare a nămolului.

Revizia preventivă, care se face la intervale mai mari, în scopul prevenirii unor defecţiuni şi luării unor măsuri cum sunt acelea pentru perioada friguroasă. Se efectuează, ca şi în cazul inspecţiei preventive, unele reparaţii care nu necesită un volum prea mare de lucru. În cadrul acestei revizii, se fac diferite operaţii.

Pentru filtrul biologic:

— protejarea instalaţiei de dozare prin montarea de panouri apărătoare de vânt, în vederea împiedicării răcirii rapide a apei distribuite pe filtru, precum şi ajustarea deschiderilor de ventilaţie, în scopul evitării răcirii accentuate a interiorului biofiltrului;

— curăţirea canalelor de colectare a apei şi, eventual, acoperirea lor.

Pentru decantorul secundar:

— verificarea etanşeităţii vanelor şi stavilelor de pe conductele şi canalele de distribuţie şi colectare a apei, a pereţilor şi radierului bazinelor de decantare;

— verificarea stării căii de rulare şi a podului raclor la decantoarele dotate cu astfel de sisteme de colectare a nămolului.

Reparaţiile curente se referă la lucrări de mai mare importanţă, se execută după un plan şi se efectuează o dată pe an sau la doi ani şi constau din diferite operaţii.

Pentru filtrul biologic:

— refaceri de tencuieli, înlocuire de conducte, duze de distribuţie, armături etc.;

— repararea şi revizia utilajului mecanic (compresoare, pompe, stăvilare, vane etc.);

— repararea canalelor de colectare a apei uzate.

Pentru decantorul secundar:

— refacerea tencuielilor şi asigurarea etanşărilor;

— repararea, eventual înlocuirea vanelor defecte;

— refacerea izolaţiilor anticorisive la piesele metalice care vin în contact cu apa uzată şi aerul;

— repararea racloarelor şi a instalaţiilor electrice aferente, conform normelor şi instrucţiunilor date de uzina furnizoare.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Bălţirea apei pe filtrul biologic. Cauza: micşorarea substanţială a volumului de goluri din umplutura biofiltrului, ca urmare a creşterii peliculei biologice. Această situaţie se poate întâmpla atunci când:

— granulele materialului de umplutură au dimensiunile prea mici şi nu sunt uniforme ca mărime;

— încărcarea organică a filtrului biologic este prea mare în comparaţie cu încărcarea hidraulică.

Prevenirea şi remedierea se pot face astfel:

— se greblează sau se împrăştie pietrele de pe suprafaţa filtrului biologic; această operaţie nu trebuie făcută cu utilaje grele;

— se spală suprafaţa filtrului biologic cu ajutorul unui curent puternic de apă;

— se opresc distribuitorii, la filtrele cu distribuitori rotativi, în afara porţiunii în care apa „bălteşte", pentru a se permite scurgerea acesteia din zona respectivă; se îndepărtează coloniile de microorganisme de pe materialul suport în zona în care apa a „băltit";

— se aplică în apele uzate care se distribuie pe filtrul biologic doze de clor (maximum 5 mg/l clor), timp de câteva ore săptămânal; această aplicare trebuie făcută în perioadele cu debit scăzut (eventual noaptea), pentru a se micşora cantitatea de clor necesară. Clorul este deosebit de eficace şi pentru controlul creşterii ciupercilor (exemplu *Leptomitis*), când se foloseşte o doză de circa 1 mg/l;

— se scoate filtrul biologic din funcţiune pe o perioadă de o zi sau mai multe, pentru a face posibilă uscarea lui. Această operaţie trebuie realizată numai atunci când există posibilitatea de epurare a apelor uzate în alte instalaţii, sau când este permisă by-pasarea lor;

— se inundă filtrul biologic şi se lasă în această stare cel puţin 24 h; procedeul se poate realiza numai la biofiltrele cu pereţi etanşi şi care au posibilitatea de etanşare a drenurilor;

— se înlocuieşte parţial sau total materialul suport, în cazul în care metodele expuse mai sus nu dau rezultate. De obicei, înlocuirea vechiului material cu unul nou costă mai puţin decât curăţirea celui vechi.

Apariţia muştelor în jurul filtrului. Cauza: mediul din biofiltru creează condiţii prielnice pentru dezvoltarea muştelor *Psychoda*. Apariţia lor constituie un neajuns frecvent în funcţionarea filtrelor. Ciclul lor biologic (ouă, larvă, organism adult) variază de la 22 zile la temperatura de 20 °C, până la 7 zile la 30 °C. În stadiul de larvă, ea ajută la acţiunea de epurare care are loc în filtrul biologic, prin consumul de peliculă biologică. Muştele de biofiltru se dezvoltă cel mai bine într-un mediu în care alternează umezeala cu aerul uscat.

Prevenirea şi remedierea se fac astfel:

— se asigură o alimentare a filtrului biologic în mod continuu, nu intermitent;

— se controlează dezvoltarea în exces a peliculei biologice (microorganismelor), prin metode similare celor prezentate la combaterea băltirii;

— se inundă filtrul biologic timp de 24 h pe săptămână sau la două săptămâni. Pentru a avea o eficacitate bună şi de durată, filtrul biologic trebuie inundat la intervale destul de dese, spre a împiedica încheierea ciclului de înmulţire a muştelor între două inundaţii;

— se păstrează curată partea interioară a pereţilor descoperiţi ai filtrului biologic;

— se tratează cu clor apele uzate (doze de 0,5 până la 1 mg/l clor) timp de câteva ore, la intervale destul de dese (circa una, două săptămâni), pentru a împiedica încheierea ciclului de înmulţire a muştelor între două clorări;

— se aplică la intervale de 4–5 săptămâni, o soluţie cu insecticide (circa 5% DDT în petrol sau alte insecticide) pe suprafaţa şi pe pereţii biofiltrului. Procedeul va conduce la dispariţia muştelor adulte. Adeseori, muştele pot deveni rezistente la un anumit insecticid, caz în care se schimbă insecticidul şi se urmăreşte în timp şi efectul acestuia, pentru a stabili când devine ineficient;

— se plantează perdele de arbuşti sau arbori în jurul staţiei, care pot atrage păsările care se hrănesc cu muşte.

Apariţia mirosului neplăcut. Cauze: descompunerea anaerobă a apelor uzate, a nămolului sau a coloniilor de microorganisme.

Prevenirea şi remedierea se fac în modul următor:

— se menţin condiţii aerobe în toate instalaţiile, inclusiv decantoarele secundare şi sistemul de recirculare;

— se foloseşte tratarea cu clor, pe perioade scurte, a apelor uzate influente filtrului biologic, de preferinţă în situaţiile în care debitul acestora este scăzut;

— se reduc acumulările de nămol şi coloniile de microorganisme;

— se recirculă efluentul filtrului sau al decantorului secundar;

— se întreţin construcţiile şi instalaţiile staţiei în condiţii bune;

— se reduc încărcările organice deosebit de mari, cum ar fi cele produse de apele uzate provenite din industria de prelucrare a laptelui sau industriile de conserve, abatoare etc., care provoacă creşteri masive ale peliculei biologice.

Apariţia gheţii la suprafaţa biofiltrului şi în anexele acestuia. Cauze: scăderea temperaturii sub limita de îngheţ. Reacţiile de degradare biologică a impurităţilor din apele uzate sunt exoterme, dar prin recircularea apei în condiţiile unor temperaturi scăzute, temperatura poate scădea sub limita de zero grade. Distribuţia inegală a apelor uzate pe filtrul biologic poate, de asemenea, conduce la îngheţarea apei pe suprafaţa acestora.

Prevenirea şi remedierile se fac astfel:

— se micşorează raportul de recirculare a efluentului epurat; poate fi necesară chiar oprirea recirculării, până când timpul se ameliorează;

— se exploatează filtrele în paralel, în situaţia în care epurarea se realizează în două trepte, cu recircularea redusă sau chiar fără recirculare, până când vremea devine mai caldă;

— se reglează distribuţia apei pe suprafaţa biofiltrului în aşa fel încât aceasta să fie cât mai uniformă; distribuţia neuniformă poate avea ca rezultat aplicarea apei uzate în benzi concentrice, cu zone relativ uscate între benzi, ceea ce favorizează apariţia gheţii la marginea dintre zonele uscate şi umede;

— se reglează deschiderile orificiilor şi ale duzelor de distribuţie, pentru a evita o dispersare prea fină a apei uzate;

— se protejează biofiltrul cu un paravan de vânt, în direcţia vânturilor dominante;

— se sparge şi se înlătură în mod frecvent gheaţa formată.

Apariţia gheţii în decantorul secundar. Cauze: motivele apariţiei gheţii sunt similare celor prezentate mai sus.

Prevenirea şi remedierea se fac astfel:

— se micşorează raportul de recirculare a efluentului epurat;

— se exploatează biofiltrele mai mult în paralel decât în serie şi cu recirculare redusă sau chiar fără recirculare;

— se asigură acoperirea bazinelor de decantare;

— se sparge şi se înlătură gheaţa, de îndată ce se formează.

Determinări şi înregistrări. Întrucât epurarea biologică a apelor uzate în biofiltre este mult asemănătoare cu epurarea în bazinele cu nămol activ, determinările care se fac în mod curent pentru a urmări funcţionarea acestor bazine trebuie efectuate şi în cazul filtrelor. Astfel, se fac zilnic determinări de: CCO, CBO_5, materii în suspensie (SU) şi (SV), oxigen dizolvat, *p*H, azotaţi, azotiţi, amoniac total etc. Aceste determinări trebuie efectuate pentru influenţii şi efluenţii treptei de epurare, pentru a stabili eficienţa de îndepărtare a impurităţilor.

În staţiile în care se recirculă efluentul se fac determinări referitoare şi la recirculare.

Toate rezultatele determinărilor şi măsurătorilor se trec în registre, care mai trebuie să cuprindă şi date privind:

— debitele normale şi cele de recirculare;

— întreţinerea şi reparaţiile;

— deranjamentele în exploatare (băltire, prezenţa muştelor, mirosuri etc.) şi măsurile luate.

6.6. Epurarea biologică naturală

Epurarea biologică naturală se realizează, îndeosebi, pe câmpuri de irigare şi filtrare, filtre de nisip, iazuri de stabilizare (iazuri biologice) etc. Din punct de vedere al îndepărtării substanţelor organice în suspensie, al bacteriilor etc., aceste instalaţii au o mare eficacitate (90–95%).

Folosirea unor astfel de instalaţii este indicată ori de câte ori este necesar să se evacueze în receptor o apă cu un grad mare de epurare; necesită însă suprafeţe mari, fiind dificilă.

Pe plan mondial se constată tendinţa de a evita folosirea apelor uzate la irigaţii, pe motive de igienă şi protecţia mediului.

6.6.1. Câmpuri de irigare şi filtrare

Câmpurile de irigare şi filtrare sunt suprafeţe de teren folosite fie pentru epurare şi irigare în scopuri agricole – cazul câmpurilor de irigare – fie numai pentru epurare – cazul câmpurilor de filtrare. De obicei, câmpurile de irigare sunt asociate cu câmpurile de filtrare, ultimele fiind îndeosebi folosite în perioadele cu ploi abundente, când nu este nevoie de apă pentru culturi, în perioadele de îngheţ etc.

Câmpurile de irigare şi filtrare se recomandă a fi folosite în zonele cu precipitaţii mai slabe, sub 600 mm/an şi acolo unde întrebuinţarea substanţelor fertile din apa uzată este avantajoasă din punct de vedere economic, în comparaţie cu cele artificiale. Executarea câmpurilor de irigare şi filtrare pentru localităţile ce depăşesc 10 000 de locuitori, în cele mai multe cazuri este neeconomică. Folosirea la irigaţii a unor ape uzate industriale – a celor cu conţinut mare de substanţe organice – este recomandată, îndeosebi când substanţele fertile sunt în cantităţi mari.

Apele uzate folosite la irigaţii trebuie să poată furniza la 1 hectar circa: 120 kg azot, 40 kg fosfor, 170 kg potasiu.

Culturile care se preferă pentru irigare sunt, în general, plantele tehnice (in, cânepă, sfeclă de zahăr etc.) sau cerealele (grâu, porumb); de asemenea apele uzate sunt des folosite la irigarea păşunilor, pădurilor şi livezilor. Nu sunt recomandate a se iriga cu ape uzate culturile de plante care se consumă crude (roşii, ridichi, salată, castraveţi etc.). Din punct de vedere agrotehnic, se preferă la irigaţii plante care folosesc bine atât apa, cât şi substanţele dizolvate în apele uzate şi pot suporta excese trecătoare provocate de o umiditate suplimentară; asemenea plante sunt: trifoiul şi sfecla, mai puţin cartoful, porumbul şi cânepa.

Construcţii şi instalaţii. Apele uzate brute sunt în prealabil epurate în *decantoare*, în care timpul de retenţie se recomandă a fi cuprins între 1,5 şi 2,0 h. Nămolul depus este trimis la bazinele de fermentare, de unde este răspândit apoi pe câmp.

După decantare apele sunt trimise la *bazinele de egalizare* a debitelor, care au şi scop de înmagazinare a apelor uzate în timpul iernii sau a ploilor abundente, aici producându-se o decantare suplimentară.

În continuare urmează *reţeaua de distribuţie*, care are drept scop să transporte şi să răspândească apele uzate pe parcele; se compune dintr-un canal principal şi din canale de distribuţie şi de irigaţie. Canalul principal, precum şi

canalele de distribuţie şi irigaţie se execută închise sau deschise, ele având un caracter permanent; canalele de irigaţie sunt, în general, deschise şi au caracter sezonier.

Pe parcele apa se răspândeşte ca şi în cazul apelor naturale: prin brazde, pe la suprafaţă, prin inundare şi prin aspersiune. Alegerea unui sistem sau a altuia depinde de natura solului, de panta terenurilor, de felul culturii etc.

În cazul solurilor impermeabile se execută o *reţea de desecare*, care constă din drenuri, canale secundare, canale principale şi guri de vărsare în emisar.

La răspândirea apei uzate prin brazde şi inundare este nevoie de drenaj; la răspândirea la suprafaţa terenului şi la aspersiune nu este nevoie de drenaj, deoarece se trimite apa pe măsura necesarului.

Pe lângă aceste construcţii mai sunt necesare şi o serie de anexe, care constau din: stăvilare, vane, cămine de vizitare, drumuri de acces, diguri pentru separarea parcelelor, plantaţii pentru a reduce aria de acţiune a muştelor şi a mirosului etc.

Exploatare şi întreţinere. În ceea ce priveşte exploatarea câmpurilor de irigare şi filtrare, aceasta, în general, este asemănătoare câmpurilor cu ape naturale.

Primăvara, înainte de începerea cultivării parcelelor, acestea trebuie arate, grăpate, curăţate de buruieni, în care scop pe parcelele care vor intra mai întâi în acest proces pregătitor trebuie să se întrerupă irigarea cu cel puţin 15 zile înainte. În acelaşi timp cu operaţiile de mai înainte, trebuie să se verifice conductele şi canalele de aducţiune şi drenaj, aspersoarele etc.

Normele de irigare şi udare sunt cele stabilite de tehnologiile agricole şi de experienţa anilor trecuţi.

Recoltarea culturilor trebuie efectuată la cel puţin 15 zile de la prima udare, pentru a elimina în cea mai mare măsură pericolul infectării.

Una dintre problemele dificile ale exploatării este irigarea pe timpul iernii şi în timp de precipitaţii. În acest scop, se recomandă:

— înmagazinarea apelor uzate în bazinele de egalizare, dacă volumul acestora permite;

— irigarea sub gheaţă, care se face astfel: se lasă să se acumuleze o cantitate mai mare de apă pe câmp (50–60 cm), care înghe̦ţând, formează un strat de gheaţă de circa 10–15 cm, sub care irigarea se poate continua în toată perioada rece; procedeul se poate aplica numai pe o parte din parcele;

— trimiterea apelor uzate la câmpurile de infiltrare care, datorită permeabilităţii lor mari, permit debite mari de infiltrare.

Uneori, când precipitaţiile sunt mai abundente în toată perioada anului, iar receptorul nu poate suporta încărcări suplimentare nici chiar pentru mici perioade de timp, este necesară construirea unei staţii de epurare artificiale.

Datorită dificultăţilor de exploatare şi funcţionare din timpul iernii şi a ploilor, irigarea cu ape uzate este de multe ori mai neeconomică decât epurarea artificială.

Muncitorii care lucrează pe câmpurile de irigare şi filtrare trebuie să fie bine instruiţi în ceea ce priveşte pericolul infectării cu diferiţi agenţi patogeni din apele uzate. În afară de echipamentul de protecţie şi măsurile speciale care se iau pentru cei care lucrează în staţiile de epurare, aceştia trebuie supuşi la vizite medicale periodice.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Răspândirea neuniformă a apelor uzate pe parcele este unul dintre deranjamentele cel mai des întâlnite în exploatarea câmpurilor de irigare şi filtrare. Aceasta se datoreşte dereglării stăvilarelor şi vanelor sau înfundării canalelor de aducţiune. Repararea, respectiv desfundarea canalelor conduce nemijlocit la înlăturarea acestei defecţiuni.

Apele uzate *nu trebuie să bălţească* pe câmpurile de irigare; după câteva ore de la udare, orice urmă de baltă trebuie să dispară, excepţie făcând de la aceasta parcelele irigate prin inundare, unde apa poate rămâne mai mult timp. Dacă apa nu se infiltrează cu uşurinţă, rezultă că sistemul de drenaj nu funcţionează corespunzător şi trebuie luate măsurile necesare de remediere a situaţiei.

Defecţiunile la aspersoare trebuie reparate la un atelier de specialitate, micile reparaţii putând fi efectuate şi în staţii.

Degradarea digurilor dintre parcele, din cauza ierburilor cu rădăcini adânci, găurilor de rozătoare şi chiar ploilor abundente, poate, de asemenea, provoca deranjamente în exploatare.

Determinări şi înregistrări. Pentru a stabili eficienţa de epurare a câmpurilor de irigare, trebuie efectuate determinări referitoare la materiile în suspensie (SU) şi (SV), conţinutul de substanţe organice (CCO şi CBO_5), conţinutul de bacterii etc. în apa care intră şi cea care iese din câmpurile de irigare.

Trebuie, de asemenea, înregistrate: defecţiunile de orice natură şi modul de remediere a acestora, consumurile de energie electrică, mecanică şi umană etc.

În sfârşit, o importanţă cu totul aparte o constituie înregistrările referitoare la morbiditatea personalului.

6.6.2. Filtre de nisip

Filtrele de nisip sunt construcţii destinate epurării apelor uzate şi au fost realizate pentru prima dată acum 70–80 de ani, în S.U.A. Pentru construirea unor asemenea filtre este necesar să se dispună de un sol constituit din nisip. Apele uzate

traversează nisipul la diferite intervale de timp, lăsând astfel terenului timpul necesar pentru aerarea naturală. În interiorul acestui strat de nisip se petrec procese similare cu cele dintr-un filtru, în timpul cărora impurităţile din apele uzate sunt îndepărtate. Filtrele de nisip pot fi utilizate pentru epurarea unor efluenţi proveniţi fie de la decantoarele primare, fie de la treapta de epurare biologică.

Evacuarea apei epurate se face cu ajutorul unor drenuri realizate la baza filtrelor.

Elemente constructive. În scopul construirii unor asemenea filtre, terenul este împărţit în *parcele*, cu o suprafaţă sub 0,4 ha. Se îndepărtează apoi solul natural de la suprafaţă, până se ajunge la nisip, construindu-se din solul excavat *diguri* împrejurul parcelelor. Pe digurile care înconjoară parcelele se instalează *conductele de aducere* a apei uzate; din conducte, prin *rigole de lemn*, apa este distribuită pe parcele. Pentru evacuarea apei epurate la adâncimea de 1 m de la suprafaţa nisipului, se aşază *drenuri*, cu diametrul de maximum 10 cm, la distanţe de 5–10 m unele de altele. Tuburile de drenaj sunt îmbrăcate în pietriş şi sunt prevăzute cu mijloace de protecţie împotriva înfundării rosturilor cu nisipul filtrant antrenat de apa uzată.

Pentru a obţine rezultate bune, *nisipul* stratului filtrant trebuie să fie curat şi uniform. Pământul nu trebuie să umple spaţiile libere dintre granulele de nisip, deoarece împiedică filtrarea. Un efect similar de îngreunare a filtrării rezultă şi dacă nisipul nu are o granulaţie uniformă. Ideal este ca nisipul să fie spălat şi să aibă dimensiunile granulelor de 0,3–0,5 mm. În timpul exploatării se îndepărtează din stratul superficial de nisip anumite cantităţi; este recomandabil ca nisipul care se adaugă pentru completarea stratului filtrant să fie asemănător cu cel rămas în strat.

Pentru alimentarea apei uzate se pot folosi sifoanele (v. § 6.5.3 – filtre biologice), care se descarcă intermitent la înălţimi de apă prestabilită şi diverse tipuri de *distribuitori*. Cerinţa de bază a distribuitorilor este de a asigura o repartizare uniformă a apei uzate pe întreaga suprafaţă a filtrului. În ultima perioadă, se folosesc tot mai des distribuitori rotativi, asemănători celor utilizaţi la filtrele biologice.

Întotdeauna sunt necesare două sau mai multe filtre, chiar în situaţia unor staţii mici, aşa încât unul să fie lăsat să se usuce în timp ce celălalt este în stare de funcţionare. În cele mai multe staţii, este necesar şi un al treilea filtru, pentru a asigura timp suficient pentru uscarea şi curăţirea primului filtru. Pe timp ploios, când se întârzie uscarea şi curăţirea filtrelor, poate fi necesar un al patrulea filtru sau unul de rezervă, în scopul obţinerii în permanenţă a unor rezultate bune.

Forma filtrelor (parcelelor) poate fi diferită (dreptunghiulară, pătrată sau circulară), depinzând în cea mai mare măsură de suprafaţa de teren disponibilă, ea impunând în ultimă instanţă şi sistemul de distribuţie a apei uzate.

Exploatarea filtrelor de nisip. Pentru realizarea unei exploatări eficiente a unui filtru cu nisip, se recomandă ca:

— încărcarea filtrului să fie intermitentă şi programată astfel încât să se asigure timpul de repaus necesar între două alimentări;

— debitul apei uzate să fie distribuit uniform pe toată suprafaţa filtrului;

— încărcarea zilnică cu impurităţi organice să nu depăşească limitele medii;

— suprafaţa nisipului să fie ferită de murdării, gunoaie, seminţe, iar materialele care se acumulează trebuie să fie îndepărtate în mod regulat;

— stratul de nisip să fie completat înainte ca acesta să devină prea subţire şi să scadă eficienţa epurării.

Se recomandă ca un filtru în funcţiune să nu fie alimentat mai mult de 3 ori pe zi, preferându-se, de obicei, două alimentări zilnice. Cantitatea de apă uzată alimentată depinde de:

— volumul apelor uzate acumulate în bazinul de alimentare sau în bazinul de aspiraţie a pompei înainte de evacuare precum şi de debitul de ape uzate influent staţiei pe perioada alimentării. Aceste volume pot fi reglate de operator în limitele necesare;

— încărcarea cu substanţă organică recomandată a se aplica pe filtru. Această încărcare variază între 1,5 $l/m^2 \cdot h$ pentru efluentul unui decantor Imhoff şi 15–20 $l/m^2 \cdot h$ pentru efluentul unei staţii de epurare biologică. Încărcările referitoare la efluentul unui decantor primar variază între 3,5 $l/m^2 \cdot h$ şi 7 $l/m^2 \cdot h$. În cadrul exploatării se umple rapid fiecare filtru, în 5–15 min, cu apa uzată, până se atinge o grosime de apă de 5–12 cm. Sunt de preferat două alimentări de 6 cm fiecare, în locul uneia singure de 12 cm.

După drenarea stratului de nisip şi uscarea suficientă a solidelor depuse pe suprafaţa filtrelor, acestea se îndepărtează cu furca, grebla sau lopata. După această operaţie se grebleză sau se afânează cu o grapă cu dinţi stratul de nisip, până la adâncimea de 2,5–10 cm; această operaţie asigură drenarea şarjei următoare de apă uzată şi o circulaţie mai bună a aerului prin stratul filtrant.

Pe măsură ce scade grosimea stratului de nisip, ca urmare a îndepărtării acestuia cu materialele reţinute la suprafaţa filtrului, se completează cu nisip proaspăt. Între două completări, stratul de nisip nu trebuie să scadă cu mai mult de 10 cm.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Distribuţia neuniformă a apelor uzate. Cauza: lipsa de uniformitate a distribuţiei se poate datora: opririi distribuitorului sau înfundării complete a orificiilor de distribuire; evacuării continue a apei uzate prin sifonul de dozare, producând scurgerea apei din sistemul de distribuţie, pe suprafeţe mici, situate lângă punctele de descărcare; debitelor de alimentare prea mici.

Prevenirea şi remedierea se fac astfel:

— se verifică modul de funcţionare a sifonului şi a distribuitorilor, cel puţin o dată pe zi;

— se remediază defecţiunile de funcţionare ale sifonului;

— se analizează modul de funcţionare a pompei de alimentare, pentru a detecta eventualele deranjamente în funcţionare.

Degradarea calităţii suprafeţei filtrului. Cauze: murdărirea suprafeţei filtrului cu pământ antrenat de pe digurile înconjurătoare; creşterea buruienilor pe nisipul filtrului.

Prevenirea şi remedierea se fac astfel:

— se întreţin într-o bună stare digurile, iar dacă este necesar se pot acoperi cu iarbă;

— se evită depozitarea materialelor îndepărtate de pe suprafaţa filtrului pe digurile înconjurătoare;

— se îndepărtează regulat buruienile sau se combate creşterea lor prin: plivirea înainte de a face seminţe; aplicarea de erbicide pe suprafeţele învecinate şi chiar pe suprafaţa filtrului; folosirea unui nisip cât mai curat.

Apariţia mirosurilor neplăcute. Cauza: supraîncărcarea unui filtru pe perioade lungi de timp cu substanţe organice greu biodegradabile, în special cu grăsimi. Se remarcă, în general, apariţia mirosurilor la alimentarea filtrului cu apă uzată de la decantoarele primare sau Imhoff.

Prevenirea şi remedierea se fac prin tratarea cu clor a apelor uzate. Se utilizează doze de clor de circa 10 mg/l. Totuşi, doza de clor se aplică în funcţie de caracteristicile apelor uzate.

Determinări şi înregistrări. Pentru urmărirea eficienţei de epurare a filtrelor cu nisip se fac, în general, aceleaşi determinări cu cele efectuate pentru urmărirea modului de funcţionare a câmpurilor de irigare.

6.6.3. Iazuri biologice (iazuri de stabilizare)

Iazurile biologice sunt bazine puţin adânci, care folosesc procesele naturale de îndepărtare din apele uzate a substanţelor organice şi a suspensiilor sub control parţial al omului. Iazurile biologice se amenajează, de cele mai multe ori, în depresiuni naturale. Un iaz biologic poate avea funcţie multiplă: ca instalaţie unică de epurare a apelor uzate, ca instalaţie de epurare secundară sau terţiară, ca bazin de egalizare, ca bazin de sedimentare suplimentară etc.

După procedeul biologic care predomină în iaz, se pot distinge:

— iazuri anaerobe cu fermentare metanică predominantă, întregul volum al bazinului fiind în stare de anaerobie. O variantă a acestui tip este iazul anaerob

cu strat aerob la suprafaţă, în care stratul superficial este periodic în stare de aerobie, restul volumului fiind anaerob;

— iazuri facultativ anaerobe – aerobe, în care au loc procese de oxidare anaerobă, oxidare aerobă şi fotosinteză în diferite proporţii. Oxigenul necesar proceselor aerobe este furnizat de alge, prin fotosinteză şi este produs numai până la adâncimea la care pătrund razele solare. La fundul iazurilor depunerile de material organic sunt stabilizate prin fenomene de anaerobie;

— iazuri aerobe de mare eficienţă sau de mare încărcare, în care oxidarea şi fotosinteza sunt în echilibru, realizând o stabilizare completă. Variante ale iazurilor aerobe, şi anume iazuri cu recirculare, iazuri aerate în mod artificial, implică sisteme constructive suplimentare.

Printre tipurile enumerate, acela care va fi util într-o anumită situaţie se stabileşte, în mare măsură, în funcţie de natura terenului, de amplasarea lui şi de performanţele pe care trebuie să le realizeze. În zonele îndepărtate de localităţi pot fi folosite iazurile anaerobe. În cazul în care trebuie îndepărtate mirosurile fetide, este indicată folosirea iazurilor facultativ anaerobe sau de mare încărcare.

Când într-un iaz biologic se descarcă continuu un debit de apă uzată, o parte din substanţele organice se pot depune ca suspensii pe fundul iazului, sub formă de nămol, iar altele rămân în soluţie. În iazurile anaerobe şi facultativ aerobe, substanţele organice din lichid sunt descompuse de către bacterii parţial în CO_2, NH_3, fosfaţi şi alţi produşi. Dacă se dispune de oxigen, nămolul este descompus de către bacteriile aerobe, cu formarea unora dintre compuşii de mai sus; dacă se dispune de puţin oxigen sau deloc, nămolul suferă o descompunere anaerobă, eliminând gaze în funcţie de tipul de descompunere (metan, CO_2, NH_3, H_2S, H_2 şi compuşi solubili – în general acizi volatili).

Elemente constructive. În tabelul 6.4 sunt prezentate câteva date constructive ale iazurilor biologice după experienţa S.U.A.; aici, iazurile au adâncimi cuprinse între 0,6 şi 1,5 m. Pentru zone cu variaţii sezoniere de temperatură mari (cum este şi cazul ţării noastre) şi pentru ape uzate decantate se admit adâncimi de 2–3 m.

Tabelul 6.4

Parametrii de dimensionare ai iazurilor biologice

Adâncimea iazului, (m)	Încărcarea în locuitori, (nr. locuitori/ha)	Încărcarea organică (g CBO_5/zi·m^3)	Timpul de staţionare a apei
1,5–1,2	250	0,6–1,0	luni
1,2–0,6	1 000	5,5	30 zile
sub 0,6	2 000–5 000	11 iarna 25 vara	2–10 zile

Pentru menţinerea condiţiilor aerobe în iazuri, de multe ori sunt prevăzute posibilităţi de recirculare a apei (de până la 1,5 ori debitul influent), iar alteori de aerare cu aeratoare mecanice cu rotor, asemănătoare celor din bazinele cu nămol activ.

Accesul apei în iaz se recomandă a se face prin mai multe puncte, pentru a evita formarea de zone moarte.

Construcţiile pentru evacuarea apei din iaz sunt astfel concepute încât să poată fi reglate pentru a capta apa de la diferite adâncimi. Iazurile sunt prevăzute cu conducte de golire.

De multe ori, iazurile sunt construite în serie, două până la patru iazuri aşezate unul după altul. Ultimele iazuri, în situaţiile iazurilor aerobe, sunt populate cu peşte; în acestea, concentraţia oxigenului nu trebuie să fie mai mică de 3 mg/l.

Pentru compartimentarea iazurilor se construiesc diguri de separare care au lăţimi corespunzătoare circulării pe ele, taluzurile fiind acoperite cu pereuri din piatră, asfalt sau sunt înierbate. Radierul iazului, în anumite condiţii hidrogeologice, se impermeabilizează.

Exploatare şi întreţinere. Modul de exploatare a iazurilor biologice depinde, în principal, de tipul iazului. În tabelul 6.4 sunt date câteva elemente referitoare la încărcările organice recomandate pentru unele iazuri aerobe. În situaţiile în care iazurile sunt aerate artificial, o atenţie deosebită trebuie acordată menţinerii într-o stare bună de funcţionare a sistemelor de aerare. În acelaşi timp, trebuie întreţinute conductele şi canalele de admisie a apei uzate în iaz şi de evacuare a apei epurate, vanele, stăvilarele etc.

Digurile despărţitoare se menţin curate, îndepărtându-se, prin cosire, buruienile care cresc pe taluzurile lor.

În cazurile în care în ultimele iazuri se creşte peşte, acestea trebuie prevăzute cu o conductă de by-pass a apelor uzate, întrucât în perioadele în care încărcarea organică este superioară celei normale, acestea trebuie să ocolească iazul.

7
EPURAREA TERŢIARĂ

Chiar dacă procedeele de epurare mecanice, mecano–chimice sau mecano–biologice ating performanţe notabile, în ultimul timp exigenţele impuse eficienţelor reclamă utilizarea unor procedee suplimentare de epurare, cunoscute sub numele de epurare terţiară.

Epurării terţiare îi revine rolul de a reduce conţinutul de substanţe în suspensie, CBO_5, azot şi fosfor, la un nivel care să nu afecteze în nici un fel, nici pe moment nici pe termen lung, emisarul.

Se menţionează că procedeele de epurare terţiară sunt eficiente în măsura în care treptele anterioare de epurare au fost eficiente şi au asigurat un influent de bună calitate. Epurarea terţiară nu este destinată să transforme un efluent de slabă calitate într-un efluent de bună calitate.

În practica epurării apelor uzate din ţara noastră nu este aplicată încă epurarea terţiară. Au fost încercări, dar ele nu au depăşit faza de instalaţie–pilot sau studiu de fezabilitate.

În aceste condiţii, procedeelor respective li se va face o prezentare generală, fără a se insista pe elemente de exploatare, acestea nefiind de actualitate.

În prezent, în literatura tehnică de specialitate precum şi în practica din ţările cu tehnică avansată în acest domeniu, sunt cunoscute următoarele procedee:

— filtrarea rapidă prin nisip;
— filtrarea lentă;
— microfiltrarea;
— clarificator ascensional;
— teren înierbat;
— lagune.

7.1. Filtrarea rapidă

Filtrarea rapidă prin nisip este considerată ca metoda cel mai larg utilizată în staţiile mari de epurare.

La proiectarea, realizarea şi exploatarea acestor instalaţii s-a preluat experienţa bogată privind filtrele rapide din domeniul alimentărilor cu apă.

În cele mai multe cazuri au fost adoptate filtrele gravitaţionale, având ca încărcătură nisip. S-au mai încercat şi variante de filtre ascensionale sau filtre cu strat mixt.

În dimensionarea acestor instalaţii pentru epurarea terţiară se acceptă o încărcare hidraulică de 200 $m^3/m^2 \cdot zi$.

La o astfel de încărcare se poate conta pe o reducere de 65–85% a substanţelor în suspensie şi 20–35% a CBO_5.

Dimensiunile nisipului se recomandă a fi în domeniul 1,0–2,0 mm.

Având în vedere că se aplică tehnica de spălare a filtrelor cu contracurent de apă o dată la 24–48 de ore, nu se poate conta pe o activitate biologică în aceste filtre.

Detalii sunt prezentate în capitolul 6.6.2.

7.2. Filtrarea lentă

Pentru staţiile mici de epurare, filtrarea lentă ca procedeu de epurare terţiară poate fi de asemenea utilizată. Dimensionarea acestor instalaţii se face pentru o încărcare de 2–5 $m^3/m^2 \cdot zi$.

Filtrarea lentă se remarcă printr-un cost redus de exploatare şi întreţinere, dar presupune ocuparea unei suprafeţe de teren destul de mari.

Performanţele care se pot obţine la aceste instalaţii în ceea ce priveşte eficienţa epurării sunt:

— 60–80% la reducerea substanţelor în suspensie;

— 30–50% la CBO_5.

Având în vedere modul de funcţionare a acestor instalaţii (cu o anumită similitudine cu instalaţiile cunoscute de la tratarea apelor de alimentare), filtrele lente se remarcă printr-o activitate biologică semnificativă, ceea ce asigură reducerea CBO_5 şi, totodată, obţinerea unui anumit grad de nitrificare.

7.3. Microfiltrarea

Micrositarea a fost utilizată ca procedeu de epurare terţiară încă din 1948 şi există în prezent un număr considerabil de instalaţii aflate în funcţiune.

Aceste instalaţii au numeroase avantaje din punct de vedere constructiv, dintre care se menţionează dimensiunile reduse şi plasarea lesnicioasă în construcţii acoperite.

Eficienţa în reducerea substanţelor în suspensie şi a CBO_5 depinde de dimensiunea ochiurilor sitei şi de caracteristicile materialului în suspensie.

Performanţele care se pot obţine la aceste instalaţii în ceea ce priveşte eficienţa epurării sunt:

— 35–75% la reducerea substanţelor în suspensie;

— 12–50% la CBO_5;

O dezvoltare de peliculă biologică poate provoca colmatarea sitei şi o pierdere de sarcină excesivă. În acest caz, se controlează fenomenul cu lampa ultravioletă.

Se pot recomanda parametrii de proiectare pentru micrositele utilizate la filtrarea efluenţilor rezultaţi din epurarea biologică a apelor uzate (tabelul 7.1).

Tabelul 7.1

Parametrii de proiectare pentru microsite

Caracteristici	Valori, unităţi de măsură, observaţii
Dimensiunile ochiurilor	20–25μ (media 15–60μ)
Zona imersată	70% din înălţime 66% din suprafaţă
Încăcarea specifică	46,5 $l/min \cdot m^2$ suprafaţă imersată
Pierderea de sarcină	7,5–15 cm H_2O; în condiţiile extreme ajunge până la 30–45 cm H_2O
Viteza periferică a tamburului	4,50 m/min la 7,5 cm H_2O pierdere de sarcină; 37,50–45,00 m/min la 15 cm H_2O pierdere de sarcină
Diametrul tamburului	3,00 m; utilizarea unor diametre mai mici duce la creşterea debitului apei de spălare
Debitul de apă de spălare şi presiune	2% la presiune de 0,35 kgf/cm^2 5% la presiune de 1,00 kgf/cm^2

Din numeroasele date referitoare la eficienţa acestor tipuri de instalaţii se pot prezenta următoarele concluzii generale privind reţinerea suspensiilor solide din efluenţii secundari:

— chiar şi în condiţii foarte bune de exploatare, apa trecută prin microsită va rămâne cu o încărcare de 5–10 mg/l substanţe în suspensie;

— performanţele tind să fie mai bune (75–80%) la o încărcare hidraulică mai mică;

— creşterea în influent a concentraţiei de substanţe în suspensie se reflectă în efluent, dar fără apariţii de creşteri bruşte;

— o mai bună reţinere se va obţine la ochiuri mai mici ale sitei;

— microfiltrarea poate fi utilizată şi în locul decantării secundare după filtrele biologice, la concentraţii reduse şi suspensii bine floculate;

— la viteze mai reduse de rotaţie, rezultă calităţi superioare ale efluentului.

7.4. Clarificator ascensional

Acest tip de instalaţie constă dintr-un bazin în care apa are sens ascendent de circulaţie, trecând printr-un strat de pietriş (de 5–10 mm) de 15 cm înalţime, susţinut de o placă perforată situată la partea inferioară a bazinului.

Încărcarea pentru care se face dimensionarea este de 24 $m^3/m^2 \cdot zi$.

Prin traversarea stratului de pietriş are loc o floculare a materialului în suspensie şi flocoanele formate se depun la partea superioară a stratului de pietriş. Suspensiile acumulate sunt îndepărtate intermitent prin coborârea nivelului lichidului sub stratul de pietriş.

Se pot obţine performanţe de 30–35% reducere a substanţelor în suspensie, în funcţie de mărimea pietrişului şi tipul substanţelor în suspensie.

Rezultate similare s-au obţinut utilizând în loc de pietriş alte materiale poroase ce pot produce flocularea, ca de exemplu împletitura de fire.

7.5. Teren înierbat

În general este o practică destul de larg răspândită utilizarea diferitelor categorii de ape uzate la irigarea terenurilor. Aceasta poate deveni eficientă în cazul micilor comunităţi rurale, pentru a asigura o epurare finală superioară.

Efluentul este distribuit pe un teren înierbat cu o pantă ideală de 60° şi se colectează în canale situate la baza pantei. Încărcarea hidraulică poate fi în domeniul 0,05–0,3 $m^3/m^2 \cdot zi$. Se pot atinge următoarele performanţe:

— 60–90% reducerea substanţelor în suspensie;

— 70% la reducerea CBO_5.

Se recomandă o cultură de iarbă joasă.

Suprafaţa se recomandă să fie divizată într-un număr de loturi pentru a permite accesul.

Având în vedere prezenţa nutrienţilor în efluent, sunt posibile tăieri dese ale vegetaţiei.

7.6. Lagune

Stocarea efluenţilor în lagune reprezintă o combinaţie a proceselor de sedimentare şi oxidare biologică, în funcţie de timpul de retenţie.

În cazul unei staţionări relativ reduse (2–3 zile), efectul de purificare este datorat floculării şi sedimentării cu o eficienţă de reducere de 30–40% a substanţelor în suspensie (proces descris pe larg la prezentarea epurării mecanice).

La un timp de retenţie mai mare (14– 21 zile), îmbunătăţirea efluentului poate fi considerabilă, conform următoarelor performanţe:

— 75–90% reducere în substanţe în suspensie;

— 50–60% reducere la CBO_5;

— 90% reducere coliformi.

Trebuie avut în vedere, ca o deficienţă, posibila dezvoltare masivă de alge, ceea ce impune adoptarea unor sisteme de înlăturare periodică a acestora.

8
DEZINFECȚIA APELOR UZATE EPURATE

Din ce în ce mai des este menționată în literatura tehnică de specialitate utilizarea dezinfecției apelor uzate epurate înainte de a fi deversate în emisar.

De multe ori este considerată ca un procedeu care ține loc de epurare terțiară, dar în cele mai multe cazuri dezinfecția urmează după epurarea terțiară, ca un tratament final, în vederea evitării contaminării efluentului.

Procedeul de dezinfecție se aplică în acele situații în care este necesar a asigura un grad sporit de protecție a emisarului (lacuri, zone costiere), unde o activitate de agrement, turistică, sportivă sau de conservare a biodiversității poate fi compromisă de riscul contaminării biologice sau bacteriologice de la ape uzate neepurate în suficientă măsură.

În general, în epurarea apelor uzate s-a preluat experiența îndelungată de dezinfecție de la tratarea apelor de alimentare. Astfel că nu vor fi prezentate problemele generale ale dezinfecției, acestea fiind bine cunoscute dintr-o lucrare anterioară. Se va insista pe unele elemente specifice apelor uzate. În acest caz, specificul constă în natura periculoasă a unor impurități prezente în apă (bacterii, virusuri, anumite categorii de substanțe organice).

Din acest punct de vedere este de remarcat interesul ce se manifestă în țările avansate pentru inactivarea virusurilor ce pot fi prezente în concentrații semnificative în efluentul secundar al stațiilor de epurare. Virusurile pot străbate tot procesul de epurare, pot persista în cursurile de apă și pot intra în prizele sistemelor de alimentare cu apă.

Determinări efectuate în acest sens au scos în evidență persistența, de exemplu, a enterovirusurilor într-un procent semnificativ de probe ale apei recoltate din râuri. Astfel, Donald Johnson prezintă pentru diferite râuri, datele din tabelul 8.1.

Din punct de vedere al inactivării sunt raportate posibile eficiențe în cazul epurării primare sau secundare.

Astfel, în epurarea primară performanțele posibile sunt de cel mult 3%, ceea ce este total insuficient.

În epurarea secundară, studii au dovedit posibile performanțe de la 9–96%. Totuși, această eficiență este departe de accea necesară unui efluent sigur.

Și în acest caz, ca și în epurarea terțiară, dezinfecția ca performanță este strict dependentă de performanțele treptelor anterioare de epurare. Astfel, având în vedere acest aspect, abilitatea unor tehnologi și apoi a operatorilor este de a concepe și exploata un flux tehnologic complex, în care fiecare procedeu sau instalație de

epurare își aduce aportul la obținerea unei eficiențe finale, care în unele cazuri este necesar să fie și de 99,99%.

Tabelul 8.1

Procentele de probe pozitive în enterovirus

Tipul de apă	Procent de probe pozitive în enterovirus (%)
Apa de râu (Franța)	21
Apa de râu (Franța)	9
Apa de băut (Franța)	8
Apa de râu (Moscova)	34
Apa de râu (Elveția)	38
Apa de râu (Elveția)	63
Apa de alimentare pentru gospodărire (Israel)	2
Apa de alimentare pentru gospodărire (Anglia)	56
Râul Tidal (S.U.A.)	27–52
Râul Illinois (S.U.A.)	27

Eficiența procedeului de dezinfecție poate fi redusă prin interferența unor alte impurități sau parametri, ca de exemplu: substanțe organice clorurate, materii în suspensie, *p*H, amoniu etc.

Iată de ce, în cazul utilizarii dezinfecției, schemele tehnologice de epurare capătă un grad de complexitate sporit, puțin cunoscut și, mai ales, puțin aplicat în România.

Necesitatea alinierii României la criteriile de exigență privind calitatea efluenților impune luarea în considerare într-un viitor nu prea îndepărtat a acestei problemee: dezinfecția apelor uzate.

Pentru orientare, sunt prezentate 5 scheme tehnologice de epurare care includ ca obiectiv și treapta de dezinfecție, ceea ce a atras reconsiderarea întregii concepții de alcătuire a fluxului tehnologic: S_1–S_5.

De remarcat:

— utilizarea clorului ca agent dezinfectant (schemele *1,3,4,5*);

— clorinarea este însoțită de o declorinare (schemele *1,3,4,5*), posibil a se face cu cărbune activ (schema *4*) sau cu SO_2;

— utilizarea oxigenului ca alternativă pentru dezinfecție (schema *2*).

Ca observații cu caracter general, pot fi reținute următoarele:

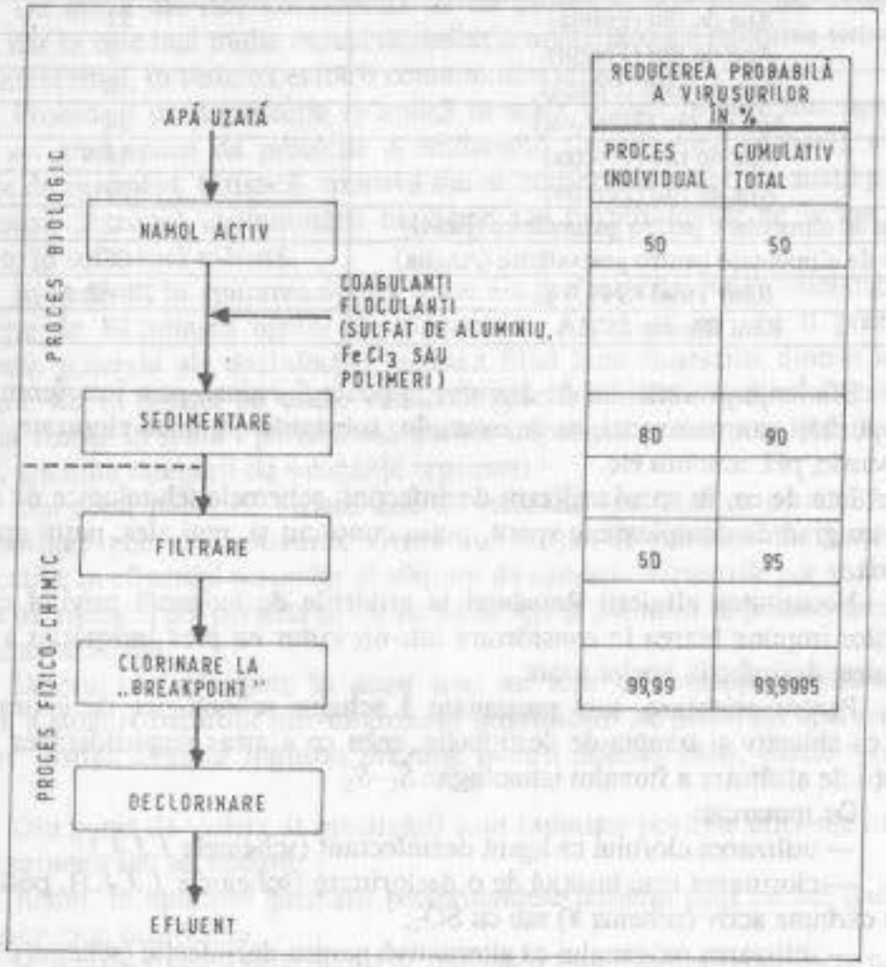
— utilizarea largă a proceselor de epurare fizico–chimică după epurarea cu cărbune activ;

— utilizarea de reactivi chimici cu var, sulfat de aluminiu sau clorură ferică, practică bine cunoscută în tratarea apelor de alimentare;

— eficiențele posibil a fi atinse sunt de 99,99%.

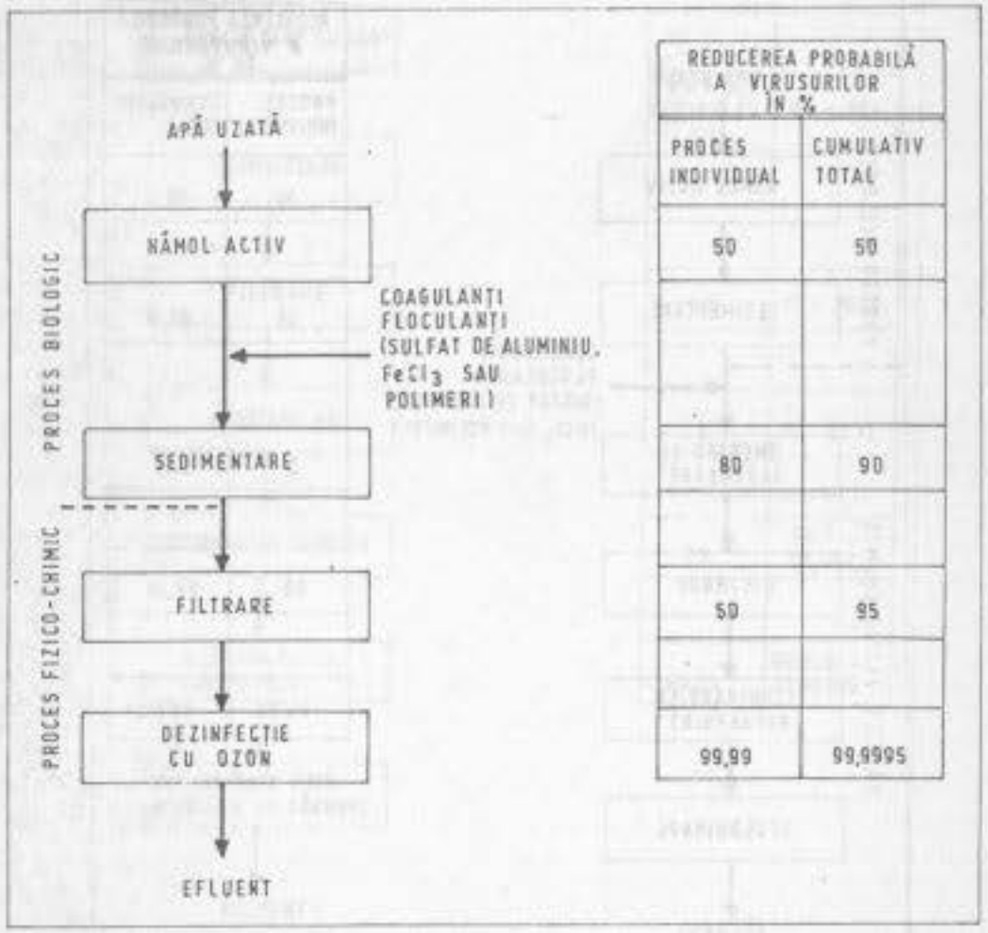
Ca elemente rezultate din practica exploatării unor instalații industriale, sunt de reținut următoarele valori:

— doza de clor: 2–4 mg/l;
— timp de contact: 30–40 min;
— doza de SO_2 pentru declorinare: 1/2 din doza de clor;
— doza de ozon: 3–10 mg/l;
— timp de contact: 5–22 min.



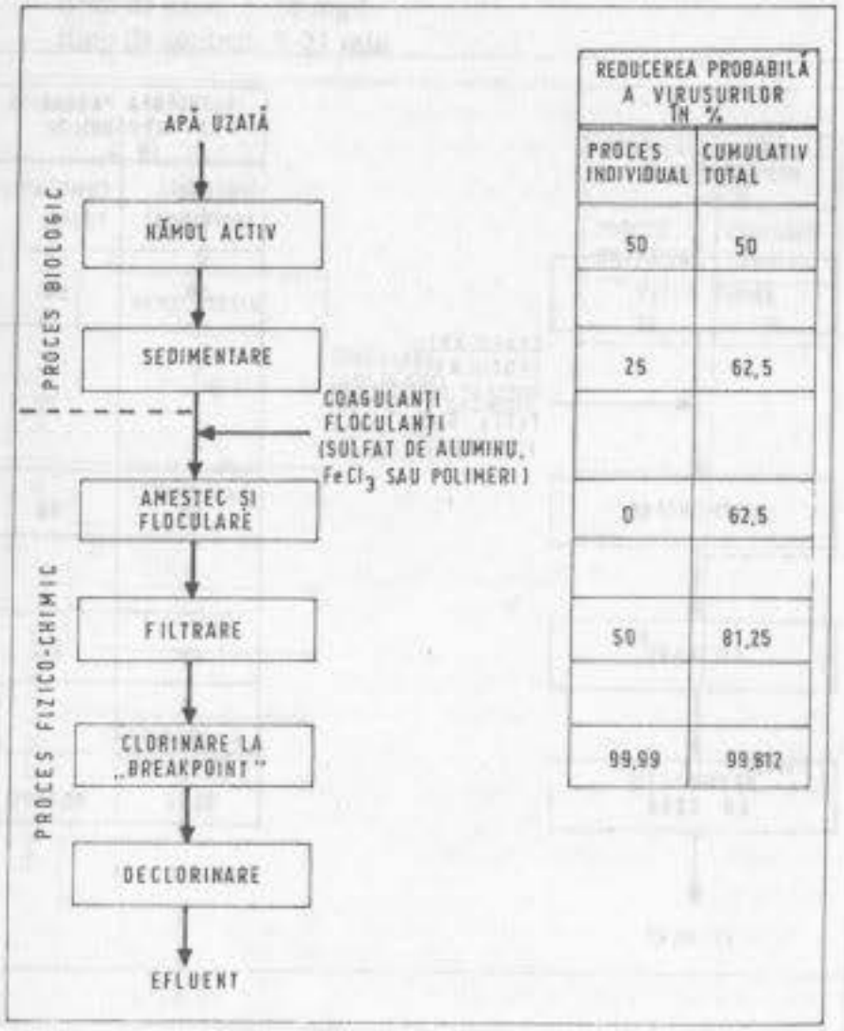
REDUCEREA PROBABILĂ A VIRUSURILOR ÎN %	
PROCES INDIVIDUAL	CUMULATIV TOTAL
50	50
80	90
50	95
99,99	99,9995

Schema 1. Epurare pentru reducerea virusurilor utilizând clor.



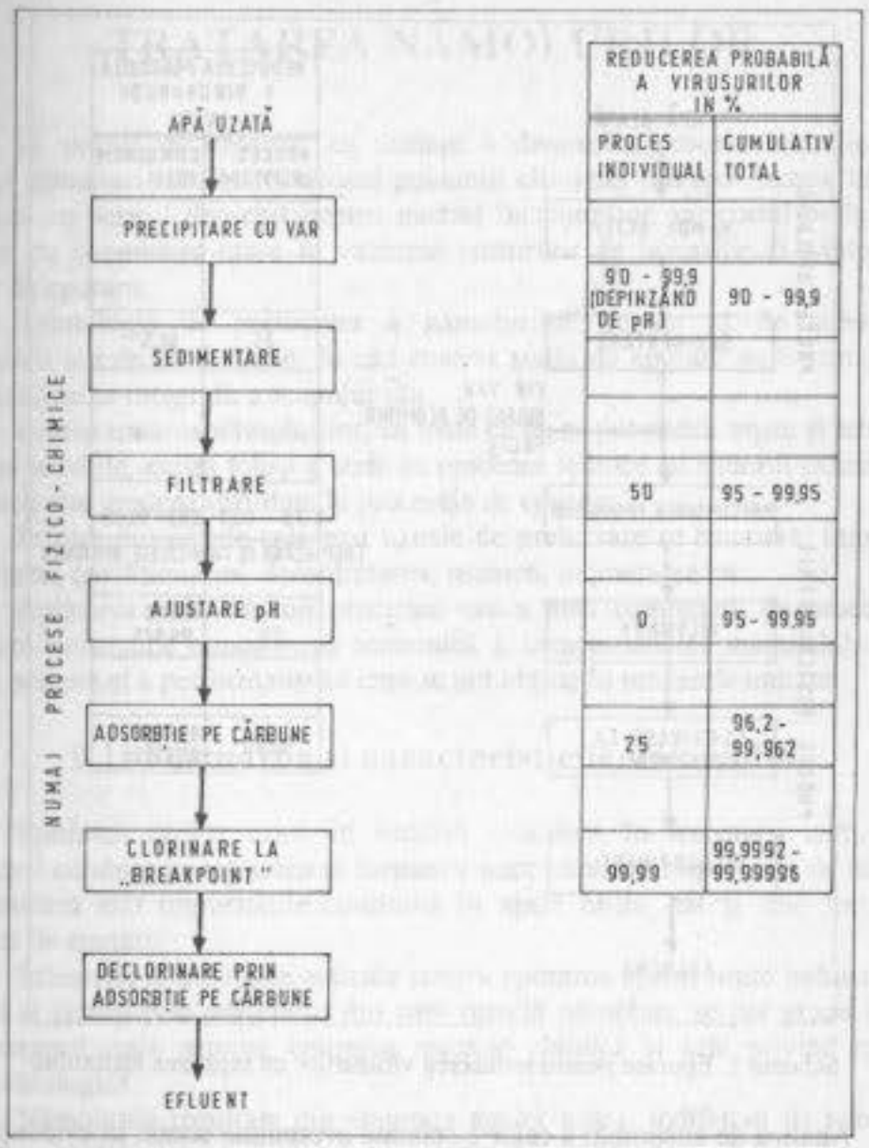
REDUCEREA PROBABILĂ A VIRUSURILOR ÎN %	
PROCES INDIVIDUAL	CUMULATIV TOTAL
50	50
80	90
50	95
99,99	99,9995

Schema 2. Epurare pentru reducerea virusurilor utilizând ozon sau brom.



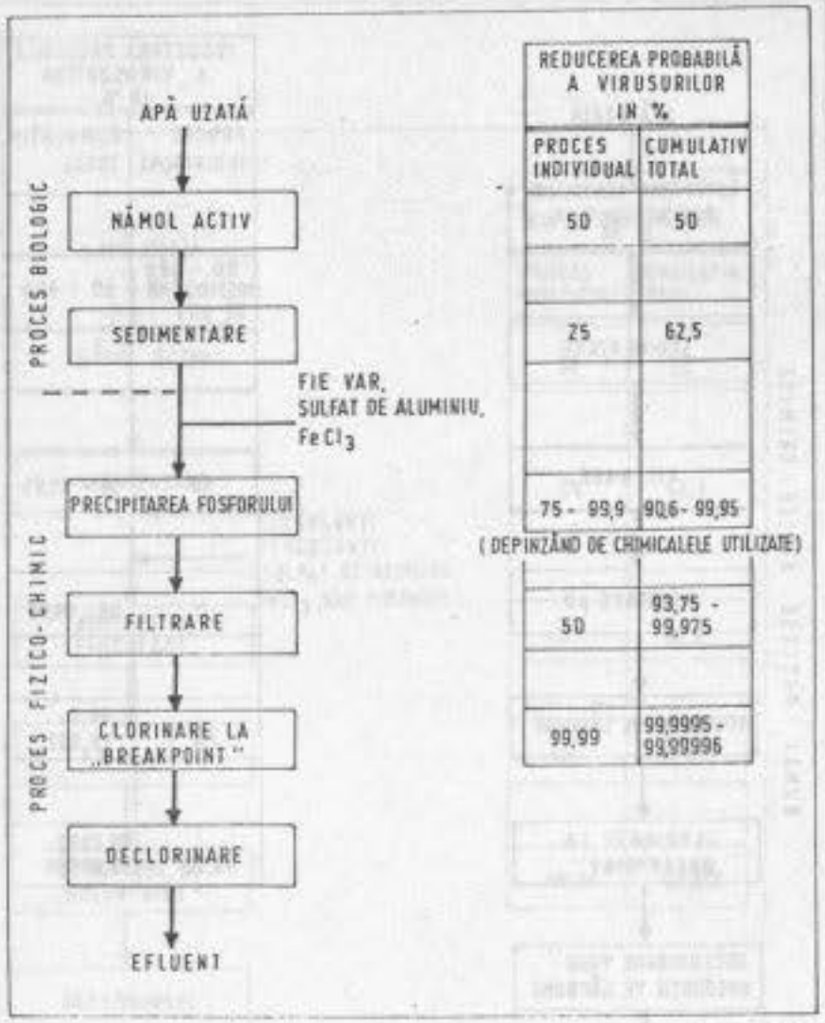
REDUCEREA PROBABILĂ A VIRUSURILOR ÎN %	
PROCES INDIVIDUAL	CUMULATIV TOTAL
50	50
25	62,5
0	62,5
50	81,25
99,99	99,812

Schema 3. Epurare pentru reducerea virusurilor utilizând adjuvanți de filtrare.



REDUCEREA PROBABILĂ A VIRUSURILOR ÎN %	
PROCES INDIVIDUAL	CUMULATIV TOTAL
90 - 99,9 (DEPINZÂND DE pH)	90 - 99,9
50	95 - 99,95
0	95 - 99,95
25	96,2 - 99,962
99,99	99,9992 - 99,99996

Schema 4. Epurare pentru reducerea virusurilor utilizând procese fizico–chimice.



Schema 5. Epurare pentru reducerea virusurilor cu reţinerea fosforului.

Analiza de ansamblu a celor 5 scheme prezentate scoate în evidenţă faptul că epurarea apelor uzate a depăşit stadiul unor scheme standard (mecanică, mecano–chimice sau mecano–biologice), ea devenind o tehnologie ce se cere precizată pentru fiecare caz în parte, în funcţie de situaţia locală, calitatea apei uzate, criteriile de exigenţă etc.

Desigur că exploatarea şi întreţinerea unor astfel de instalaţii se impun a fi făcute la nivelul efortului depus pentru realizarea instalaţiilor.

9
TRATAREA NĂMOLURILOR

În staţiile de epurare, ca urmare a diverselor procese tehnologice, se formează nămoluri care concentrează poluanţii eliminaţi din apă. Aceste nămoluri reprezintă un pericol deosebit pentru mediul înconjurător, iar costul prelucrărilor intervine cu o pondere mare în valoarea costurilor de investiţie şi exploatare a staţiilor de epurare.

Tehnologia de prelucrare a nămolurilor trebuie să fie subordonată valorificării şi evacuării finale, în caz contrar staţia de epurare va fi compromisă prin nerealizarea integrală a scopului său.

Pentru tratarea nămolurilor, cu toate că nu se pot stabili reţcte şi tehnologii universal valabile, există totuşi o serie de procedee tehnice cu ajutorul cărora se pot prelucra aceste produse rezultate în procesele de epurare.

Printre procedeele cele mai uzuale de prelucrare se enumeră: îngroşarea, fermentarea, condiţionarea, deshidratarea, uscarea, incinerarea etc.

Aplicarea unui anumit procedeu sau a unei combinaţii de procedee de prelucrare presupune cunoaşterea temeinică a caracteristicilor materialului supus tratării, precum şi a performanţelor care se pot obţine în procesele unitare.

9.1. Formarea şi caracteristicile nămolului

Epurarea apelor uzate în vederea evacuării în receptorii naturali sau recirculării conduce la reţinerea şi formarea unor cantităţi importante de nămoluri ce înglobează atât impurităţile conţinute în apele brute, cât şi cele formate în procesele de epurare.

Schemele tehnologice aplicate pentru epurarea apelor uzate industriale, ca de altfel şi pentru cele orăşeneşti din care rezultă nămoluri, se pot grupa în două mari categorii: cele privind epurarea mecano–chimică şi cele privind epurarea mecano–biologică.

Nămolurile rezultate din epurarea apelor uzate, indiferent de natura lor, sunt sisteme coloidale complexe cu compoziţie eterogenă.

Ele conţin particule coloidale (diametru mai mic decât 1 μm), particule în fază dispersă cu diametrul cuprins între 1 şi 100 μm şi agregate în suspensie cu aspect gelatinos ca şi polimeri organici de origine biologică.

Definite din punct de vedere tehnologic, nămolurile se consideră ca fază finală a epurării apelor, în care sunt înglobate produse ale activităţii metabolice

și/sau materii prime, produși intermediari și produse finite ale activității industriale.

Clasificarea nămolurilor. Nămolurile se pot clasifica după mai multe criterii.

După proveniența apei uzate, există:
— nămoluri de la epurarea apelor uzate orășenești;
— nămoluri de la epurarea apelor industriale;
După treapta de epurare, se disting:
— nămol primar din decantoarele primare;
— nămol secundar din decantoarele secundare;
— nămol amestecat: nămol activ în exces sau nămol de la filtrele biologice, combinat cu nămolul primar;
După stadiul de prelucrare în cadrul gospodăriei de nămol, se menționează:
— nămol proaspăt;
— nămol fermentat, stabilizat aerob, anaerob sau chimic;
După compoziția chimică, se disting:
— nămoluri cu o compoziție predominant organică, ce conțin peste 50% substanțe volatile în substanță uscată;
— nămoluri cu o compoziție predominant anorganică, ce conțin peste 50% substanțe minerale în substanță uscată.

Cantitățile de nămol. Cantitățile ce se rețin în diferitele trepte de epurare sunt variabile de la o sursă la alta, în funcție de caracteristicile fizico–chimice ale apei brute, de procedeul și de gradul de epurare impus.

Astfel, pentru apele uzate orășenești, cantitățile de nămol sunt cuprinse între 65 și 90 g/om·zi.

În ceea ce privește cantitățile specifice de nămol provenit din apele uzate industriale, nu se pot indica valori medii, întrucât acestea depind de o serie de factori variabili de la o unitate la alta.

Se pot cita unele exemple, pentru a ilustra gradul de încărcare cu materii în suspensie, astfel: în urma epurării mecano–chimice a apelor uzate provenite de la decapări și tratamente de suprafață, rezultă cantități însemnate de nămol, reprezentând circa 30% din volumul apei tratate, cu o umiditate de peste 95%; la preparațiile de cărbune, materialul solid din apele uzate reprezintă 10–15% din volumul total, concentrația suspensiilor fiind de circa 40 g/l (substanțe în suspensie uscată); la epurarea mecano–chimică a apelor uzate din industria celulozei și hârtiei (precipitare cu săruri de fier), nămolul rezultat constituie circa 20–30% din volumul apei epurate etc.

Caracteristicile fizico–chimice. Caracteristicile fizico–chimice ale nămolurilor depind de proveniența apei uzate și tehnologia de epurare. Pentru a caracteriza nămolurile se apelează la indicatori generali (umiditate, greutate specifică, *p*H, raport mineral/volatil, putere calorică etc.) și la indicatori specifici (substanțe fertilizante, detergenți, metale, uleiuri, grăsimi etc.).

Datorită naturii complexe a nămolurilor, indicatorii generali și specifici se completează și cu alți parametri ce caracterizează modul de comportare a nămolurilor la anumite procese de prelucrare (fermentabilitate, rezistență specifică la filtrare, compresibilitate etc.).

Principalele caracteristici fizico–chimice ale nămolurilor, care prezintă interes în tehnologia de prelucrare și evacuare sunt prezentate în continuare.

Umiditatea nămolurilor variază în limite destul de largi, în funcție de natura nămolului, de treapta de epurare din care provine. Nisipul reținut în deznisipatoare are o umiditate de circa 60%, nămolul primar proaspăt 95–97%, nămolul activ în exces 98–99,5%.

Întrucât numărul de grupe hidrofile din nămol este ridicat, apa este puternic legată de particula solidă prin interacțiune chimică. Principalele grupe funcționale hidrofile sunt: – OH; – NH_2; – COOH; – SH; – NH. Cum aceste grupe sunt ionizabile, particulele au o sarcină negativă dependentă de *p*H.

Din cauza sarcinilor negative și, în general, din cauza proprietățile lor de legare a apei, aceste particule se resping și nu formează decât parțial aglomerări mai mari, care să permită sau să ușureze drenarea apei.

În nămoluri, apa este legată de particulele solide în mai multe moduri, fiecare tip de apă putând fi separat printr-un anumit procedeu.

Astfel, există:
— apa interstițială, separabilă prin decantare;
— apa de adeziune, separabilă prin filtrare sau centrifugare;
— apa de adsorbție, separabilă prin uscare;
— apa capilară sau intracelulară, separabilă prin uscare sau incinerare.

În principiu, energia necesară pentru separarea apei crește exponențial cu conținutul în reziduu total al nămolului.

Greutatea specifică a nămolului depinde de greutatea specifică a substanțelor solide pe care le conține, de umiditatea lor și de proveniența nămolului din cadrul stației: nămolul primar brut are o greutate specifică de 1,004–1,014 t/m^3, nămolul activ în exces are valori în jur de 1,001 t/m^3, iar după îngroșare 1,003 t/m^3.

Mineral și volatil în substanța uscată este un criteriu de clasificare a nămolurilor și un criteriu de selecție a procedeelor de prelucrare, întrucât un nămol organic este putrescibil și se are în vedere mai întâi stabilizarea sa, mai ales pe cale biologică (fermentarea anaerobă, stabilizarea aerobă), pe când nămolul anorganic

se prelucrează prin procedee fizico-chimice (solidificare, extracţie de componente utile etc.).

Întrucât pentru înlăturarea apei cele mai folosite procedee sunt deshidratarea, uscarea şi incinerarea, pentru caracterizarea nămolurilor se utilizează anumiţi parametri specifici ce interesează în mod deosebit aceste operaţii. Între aceştia, cei mai importanţi sunt: rezistenţa specifică la filtrare, compresibilitatea şi puterea calorică.

Rezistenţa specifică la filtrare este un parametru care indică posibilitatea eliminării apei dintr-un nămol prin filtrare. Cu cât rezistenţa specifică la filtrare este mai mare, cu atât apa se îndepărtează mai greu.

În conformitate cu rezistenţa specifică la filtrare, nămolurile se împart în:

— nămoluri greu filtrabile, în categoria cărora se încadrează nămolurile orăşeneşti brute şi unele nămoluri primare fermentate, cu durată scurtă de fermentare;

— nămoluri cu filtrabilitate medie, care cuprind unele nămoluri anorganice şi unele nămoluri primare fermentate cu durată de fermentare mare;

— nămoluri uşor filtrabile, rezistenţa specifică la filtrare mică, în categoria cărora intră nămolurile condiţionate, nămoluri provenite din epurarea mecano-chimică, nămoluri fibroase etc.

Rezistenţa specifică la filtrare se determină experimental. Pentru aceasta, se măsoară volumele de filtrat scurse la anumite intervale de timp într-o instalaţie specifică de laborator, prin filtrare la o diferenţă de presiune negativă sau pozitivă.

Factorul de compresibilitate reprezintă dependenţa dintre rezistenţa specifică la filtrare şi presiune. Rezistenţa specifică la filtrare variază cu presiunea aplicată filtrului.

Cu cât factorul de compresibilitate al unui nămol este mai mare, cu atât variază mai mult rezistenţa specifică la filtrare a acestuia cu presiunea.

Factorul de compresibilitate exprimă comportarea nămolului în timpul filtrării. Pentru calculul factorului de compresibilitate se determină rezistenţa specifică la filtrare la mai multe presiuni.

Puterea calorică a nămolului variază în funcţie de conţinutul în substanţă organică (substanţă volatilă). Puterea calorică se determină experimental, utilizând o bombă calorimetrică. Se poate determina puterea calorică şi prin utilizarea unor relaţii de calcul stabilite pe baza conţinutului nămolului în material volatil.

Conţinutul în metale grele şi nutrienţi (K, P, N) prezintă o importanţă deosebită, atunci când se are în vedere valorificarea nămolului ca îngrăşământ agricol sau agent de condiţionare a solului. Dar utilizarea agricolă a nămolurilor este condiţionată, în primul rând, de conţinutul nămolului în elemente toxice şi, în special, în metale grele, care prezintă un grad ridicat de toxicitate.

Dacă nămolul menajer conţine cantităţi reduse de metale grele, în general sub limitele admisibile, nămolurile rezultate din epurarea în comun a apelor orăşeneşti cu cele industriale conduc, în funcţie de profilul industriei, la creşterea concentraţiei de metale grele în nămol.

Prezenţa şi concentraţia metalelor grele în nămolurile industriale depind de profilul şi procesul tehnologic al industriei.

În tabelul 9.1 sunt prezentate principalele caracteristici ale unui nămol primar, evacuat din decantoarele unei staţii de epurare a apelor uzate orăşeneşti.

Tabelul 9.1

Caracteristicile nămolului brut din decantoare

Calitatea	Descrierea	Observaţii
1	2	3
Textura fizică	Neuniform, cu cocoloaşe	–
Culoare	Brun	Coloranţii din apele uzate industriale pot să coloreze nămolul; el poate fi gri închis sau negru dacă este septic (v. mai jos: septicitate).
Densitate	Conţinutul mediu de solide, 3–8%	O calitate bună trebuie să aibă 5–7% solide.
Miros	În mod obişnuit se simte	Poluanţii industriali (săruri minerale, substanţe organice etc.) pot conferi un miros specific.
Substanţe volatile	Limita medie 70–80% din totalul solidelor uscate	Câteodată se poate ajunge la peste 85% şi sub 60%.
*p*H	Limitele uzuale 5,5–6,5; valoarea medie cca. 6,0	Este afectat de apele uzate industriale şi de septicitatea nămolului.
Alcalinitatea totală	Limite între 300 şi 1000 mg/l; obişnuit 500–800 mg/l	–
Conţinutul de solide minerale sau nevolatile	Cca. 30% din totalul de substanţe solide uscate	Dacă este mult peste 30%, este de presupus existenţa nisipului.
Septicitate	Nu este septic	Nămolul brut devine septic din cauza: – reţinerii nămolului un timp prea lung în bazine; – calităţii inferioare a lichidului ce se scurge din bazinele de fermentare anaerobă.

Tabelul 9.1 (continuare)

1	2	3
Volumul nămolului	Între 0,525 şi 5,25 m^3/1000 m^3 nămol tratat; media cca. 1,375–2,625 m^3/1000 m^3	Volumele mari arată că nămolul extras este prea subţire sau că sunt prezente cantităţi importante de apă uzată industrială. Volumele mici indică o eficienţă inferioară a decantorului.
Fermentabilitatea	În mod normal fermentează uşor	Solidele din apa brută care nu fermentează indică o apă uzată industrială nocivă, cum sunt cele care conţin săruri metalice sau substanţe organice toxice.
Conţinutul de grăsimi	În mod normal 15–20 mg/l	Cifre mult mai mari sunt caracteristice apelor uzate industriale, cum sunt reziduurile de ulei, apele uzate de la spălarea lânii etc.
Uscarea pe platforme de nisip	Slabă	–

9.2. Clasificarea procedeelor de prelucrare a nămolurilor

Alegerea procedeelor de prelucrare a nămolurilor în vederea reducerii conţinutului de apă şi a creşterii valorii lor economice trebuie să ţină seama de o serie de aspecte.

Din punct de vedere igienico–sanitar, procedeele de prelucrare a nămolurilor trebuie să aibă în vedere:

— reducerea contactelor dintre lucrători şi materialul supus prelucrării;

— prevenirea dezvoltării mirosurilor în timpul transportului, prelucrării şi utilizării;

— distrugerea germenilor patogeni, a ouălor de viermi etc.;

— obţinerea unor materiale, neputrescibile, apte pentru stocarea şi utilizarea ulterioară.

Din punct de vedere economic, procedeele de prelucrare a nămolurilor trebuie să ţină seama de:

— disponibilitatea de spaţiu;

— costul utilajelor;

— disponibilitatea de forţă de muncă;

— posibilitatea de valorificare ulterioară.

Din punct de vedere tehnic, alegerea procedeelor de prelucrare a nămolurilor trebuie să se bazeze pe:

— cunoaşterea aprofundată a proprietăţilor şi caracteristicilor materialului ce urmează a se prelucra;

— alegerea şi dimensionarea corectă a instalaţiilor şi utilajelor;

— scheme elastice, cu posibilităţi de adaptare rapidă în caz de avarii.

În tabelul 9.2 este prezentată o clasificare a proceselor de tratare a nămolurilor, avându-se în vedere funcţia procesului şi scopul urmărit.

Tabelul 9.2

Prelucrarea şi evacuarea nămolului

Tipuri de proces	Scop şi funcţii	Se realizează prin:
1	2	3
Îngroşare	Îndepărtarea apei: reducerea volumului; creşterea eficienţei proceselor următoare; omogenizare.	– Sedimentare – Flotare – Filtrare – Centrifugare
Stabilizare	Diminuarea potenţialului patogen, reducerea volumului şi masei; diminuarea putrescibilităţii; produce gaz de fermentare combustibil (anaerobă)	– Fermentare anaerobă – Stabilizare aerobă
Condiţionare	Modificarea structurii; îmbunătăţirea filtrabilităţii; creşterea gradului de captare a solidelor, îmbunătăţirea compactibilităţii.	– Condiţionare chimică – Condiţionare termică – Elutriere – Condiţionare cu material inert
Dezinfecţie	Reduce potenţialul patogen; asigură valorificarea agricolă şi silvică.	– Pasteurizare – Iradiere – Tratare cu var – Tratare cu clor – Compostare
Deshidratare	Îndepărtarea apei; reducerea consumului de energie şi cheltuielilor de transport în procesele următoare.	– Platforme de uscare – Lagune – Vacuum filtre – Filtre presă – Centrifugă – Filtre presă cu bandă
Uscare	Îndepărtarea avansată a apei; sterilizarea materialului.	– Uscător cu vetre etajate – Uscător rotativ – Uscător cu bandă – Atomizor

Tabelul 9.2 (continuare)

1	2	3
Ardere	Distrugerea totală a materiilor organice; îndepărtarea totală a apei; sterilizarea; conversia materialului.	– Incinerare – Oxidare umedă – Piroliză
Eliminare finală	Îndepărtarea din cadrul instalaţiei; reintegrarea în circuitul natural sau economic; valorificarea potenţialului util.	– Îngrăşământ agricol – Amendament – Refacere terenuri degradate – Materiale de construcţii – Depozitare pe sol – Depozitare în subteran

Din totalul proceselor de prelucrare enumerate, de cele mai multe ori, se combină două sau mai multe, în funcţie de caracteristicile materialului şi de aspectele economice.

9.3. Îngroşarea nămolului

Îngroşarea nămolului constituie cea mai simplă şi larg răspândită metodă de concentrare a acestuia, având drept rezultat reducerea volumului şi ameliorarea rezistenţei specifice la filtrare.

Gradul de îngroşare depinde de mai multe variabile, dintre care mai importante sunt: tipul de nămol (primar, fermentat, activ etc.), concentraţia iniţială a solidelor, temperatura, utilizarea agenţilor chimici, durata de îngroşare etc.

Prin îngroşare, volumul nămolului se poate reduce de aproape 20 de ori faţă de volumul iniţial, dar îngroşarea este eficientă tehnico–economic până la o concentraţie de solide de 8–10%.

Îngroşarea se poate realiza prin decantare–îngroşare gravitaţională, flotare sau centrifugare. Cea mai aplicată metodă este îngroşarea gravitaţională.

Îngroşătoarele gravitaţionale sunt instalaţii de tipul decantoarelor circulare, având radierul în pantă spre centru, dotate cu echipamente mecanice de amestec lent pentru a favoriza dirijarea nămolului spre centru, de unde se extrage. Apa separată se evacuează la partea superioară.

Timpul de reţinere a solidelor este de 0,5–2 zile.

Se utilizează, în mod frecvent, îngroşătoare cu funcţionare continuă, cu adâncime de circa 3 m.

Instalaţiile se calculează la o încărcare hidraulică de 0,6–1,2 $m^3/m^2 \cdot h$. Încărcarea cu solide este de 1,5–6,0 $kg/m^2 \cdot h$, în funcţie de caracteristicile nămolului.

Exploatare şi întreţinere. Exploatarea şi întreţinerea îngroşătorului de nămol sunt, în principiu, asemănătoare cu a decantoarelor secundare. Nămolul trebuie evacuat în mod permanent, pentru că altfel intră în fermentare anaerobă şi se ridică la suprafaţă.

Ridicarea la suprafaţă este deranjamentul major, care poate apărea în timpul exploatării îngroşătorului. Pentru remedierea acestuia, se măreşte debitul de nămol pompat din îngroşător.

Determinări şi înregistrări. Pentru urmărirea modului de funcţionare a îngroşătoarelor gravitaţionale sunt necesare determinări referitoare la:

— *cantitatea totală de solide* care intră şi se îndepărtează din îngroşător. Această determinare trebuie efectuată zilnic. Atunci când se amestecă nămolul primar cu cel secundar, trebuie analizate probele luate din amestecul celor două nămoluri;

— *volumul de nămol* introdus şi înlăturat zilnic din bazinele de îngroşare. Aceste determinări sunt utile pentru a putea calcula eficienţa îngroşării, precum şi încărcarea rezervoarelor de fermentare sau a instalaţiilor de deshidratare;

— *debitul nămolului* este necesar pentru a calcula durata de staţionare, de care depinde eficienţa de îngroşare.

Totodată, trebuie măsurate şi înregistrate volumele şi debitele de lichid separat sau recirculat în staţia de epurare, precum şi consumul de energie necesar agitatorului.

9.4. Fermentarea (stabilizarea) anaerobă

Nămolurile cu compoziţie preponderent organică (nămoluri primare orăşeneşti, nămoluri biologice etc.) prezintă inconvenientul de a constitui un material uşor putrescibil, putând da naştere la mirosuri dezagreabile, de asemenea de a atrage insecte şi rozătoare, constituind, totodată, un potenţial infecţios.

În toate cazurile în care evacuarea finală a nămolurilor comportă utilizare agricolă, stocare temporară sau punere în depozit, este necesar ca nămolul să fie în prealabil stabilizat, astfel încât să se evite inconvenientele arătate; problema stabilizării nu se pune în cazurile în care nămolul urmează a fi incinerat.

Procesul de stabilizare constă în degradarea controlată a materiilor organice mai puţin stabilizate, astfel încât să se obţină un produs final cu un raport mineral/organic modificat şi în care materiile organice remanente să fie mai stabile (cu degradare microbiană lentă). Stabilizarea nămolului poate fi realizată fie prin procedee biochimice – fermentarea anaerobă sau stabilizarea aerobă – fie prin procedee fizice – tratarea termică, oxidarea umedă.

Există, de asemenea, procedee pur chimice, care constau fie în oxidare cu clor, fie în aducerea nămolului în asemenea condiții de *p*H încât procesele de biodegradare să nu se poată produce.

Dintre procedeele enumerate, cel mai răspândit este fermentarea anaerobă.

În fig. 9.1 este prezentată, schematic, circulația nămolurilor într-o stație de epurare pentru realizarea fermentării anaerobe.

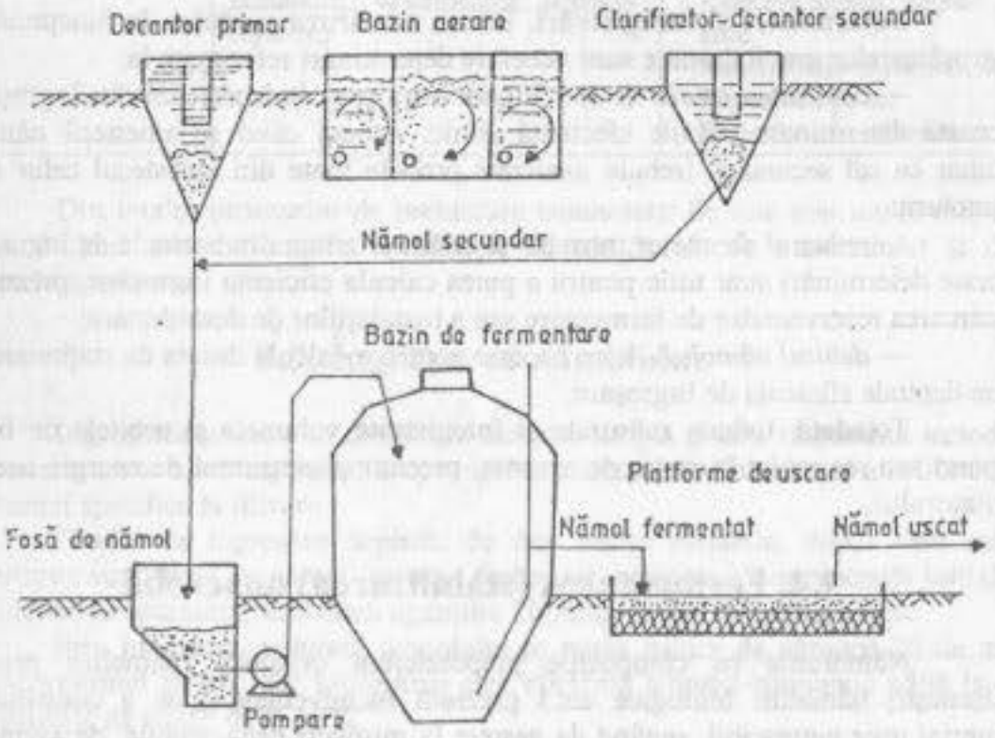


Fig. 9.1. Schema circulației nămolurilor în stația de epurare.

9.4.1. Procesul de fermentare anaerobă

Procesul de fermentare anaerobă a nămolului este rezultatul activității a două grupuri distincte de microorganisme, care se dezvoltă în același mediu (fig. 9.2).

Primul grup de microorganisme, *facultativ anaerobe*, cu ajutorul enzimelor extracelulare produse (celulaze, amilaze, lipaze, proteaze, peptidaze etc.), folosește ca substrat compușii organici macromoleculari, pe care îi transformă în compuși mai simpli ca alcooli, acizi grași, aminoacizi, aldehide, cetone, precum și importante cantități de bioxid de carbon și cantități mai mici din alte gaze.

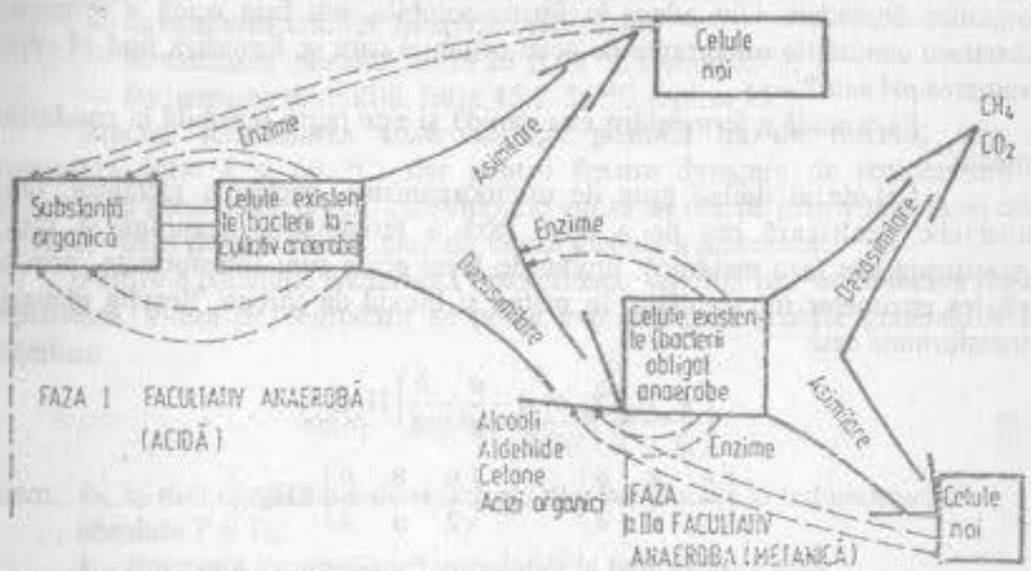


Fig. 9.2. Schema generală de metabolism în fermentarea anaerobă.

Reacțiile care au loc sunt numeroase și complexe; o schemă simplificatoare a modului în care se degradează principalele grupuri de substanțe organice se prezintă mai jos:

grupul de substanțe	hidrați de carbon	grăsimi	proteine
	↓	↓	↓
	mono- și dizaharide	acizi grași superiori ($C_{12} - C_{18}$), glicerină	di- și tripeptide, aminoacizi
	↓	↓	↓
	alcooli și acizi grași inferiori ($C_1 - C_5$) în special acid acetic	alcooli, acizi grași inferiori	acizi grași inferiori, săruri de amoniu

Compoziția acizilor volatili astfel formați este următoarea: acidul acetic constituie 72%; acidul propionic – 13%; alți acizi – 15%.

Această fază mai este denumită şi faza de lichefiere, deoarece materiile organice degradate sunt aduse în forme solubile, sau faza acidă a fermentării, deoarece cantităţile importante de acizi organici care se formează tind să coboare valoarea *p*H sub 7.

Faza acidă a fermentării este rapidă şi este puţin sensibilă la condiţiile de mediu.

Cel de al doilea grup de microorganisme, bacteriile metanice, obligat anaerobe, realizează cea de a doua fază a fermentării, denumită şi faza de gazeificare sau faza metanică; produsele fazei acide sunt transformate, prin activitatea enzimelor intracelulare, în metan şi bioxid de carbon. Reacţia globală de transformare este:

$$C_nH_aO_b + \left(n - \frac{a}{4} - \frac{b}{2}\right) H_2O \rightarrow$$

$$\left(\frac{n}{2} - \frac{8}{a} + \frac{b}{4}\right) CO_2 + \left(\frac{n}{2} + \frac{8}{a} - \frac{b}{4}\right) CH_4.$$

Această reacţie descrie în mod global procesul de degradare, care, în realitate, este o reacţie biochimică în mai multe etape.

Fermentarea anaerobă se prezintă, deci, ca o succesiune de reacţii în lanţ:

materii organice → acizi volatili → $CH_4 + CO_2$

Viteza reacţiei globale va fi impusă de etapa cea mai lentă, care, în cazul de faţă, este faza de gazeificare; acest fapt este consecinţa vitezei mici de creştere a bacteriilor metanice (timp de generare 2–22 zile), ca şi a marii lor sensibilităţi la condiţiile de mediu (*p*H, temperatură, prezenţa unor substanţe toxice etc.).

Eficienţa de îndepărtare a materiei organice va fi determinată, în condiţii de mediu date, de durata de reţinere a solidelor în instalaţie, care constituie parametrul de proiectare principal.

9.4.2. Factorii care influenţează fermentarea

Principalii factori care influenţează procesul de fermentare sunt temperatura, valoarea *p*H-ului şi alcalinitatea, amestecul intim al nămolului proaspăt alimentat cu cel aflat în fermentare, agitarea nămolului în fermentare, prezenţa nutrienţilor, prezenţa unor substanţe toxice.

Temperatura. Cinetica fermentării este strâns dependentă de temperatura de lucru, deoarece aceasta influenţează hotărâtor viteza relativă de creştere a diferitelor specii bacteriene; în fapt, fermentarea anaerobă este realizată de culturi mixte, al căror echilibru este funcţie de temperatură.

După criteriul temperaturii de fermentare se disting următoarele domenii:
— fermentarea criofilă, în spaţii neîncălzite;
— fermentarea mezofilă, între 28 şi 42 °C (optim 35°);
— fermentarea termofilă, între 45 şi 55 °C (optim 55°).

Practic, fermentarea anaerobă este posibilă într-un interval larg de temperaturi, între 4 şi 60 °C, dar pentru fiecare domeniu de temperatură se realizează un echilibru ecologic care impune viteza de reacţie prin viteza fazei celei mai lente, viteza de gazeificare, care dă viteza globală a procesului.

Pentru o populaţie bacteriană determinată, stabilită într-un domeniu dat de temperatură, viteza de degradare se poate exprima prin ecuaţia generală a lui Arrhenius:

$$\log k_T - \log k_0 = \frac{k}{2{,}3R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right) \qquad (9.1)$$

în care: k_T, k_0 sunt constantele de viteză ale reacţiei globale la temperaturile absolute T şi T_0;
k – constantă caracteristică populaţiei la temperatura dată;
R – constanta gazelor perfecte.

Diferiţi autori au studiat variaţia duratei de fermentare în funcţie de temperatură. Această dependenţă este ilustrată în fig. 9.3.

În practică, domeniul de temperatură se alege după criterii tehnico–economice, în general practicându-se numai fermentarea mezofilă. Prin utilizarea gazului de fermentare, se poate asigura practic autonomia energetică a fermentării.

În cazul unor cantităţi reduse de nămol, se aplică fermentarea criofilă, realizată în decantoare cu etaj sau alte sisteme.

Fermentarea termofilă, deşi prezintă o serie de avantaje ca reducerea duratei de fermentare şi deci a volumului rezervoarelor de fermentare sau realizarea unor condiţii sanitare mai bune pentru nămol, este mai rar folosită, deoarece necesită consumuri suplimentare de energie calorică şi măreşte pericolul de formare a crustei şi spumei în rezervoarele de fermentare.

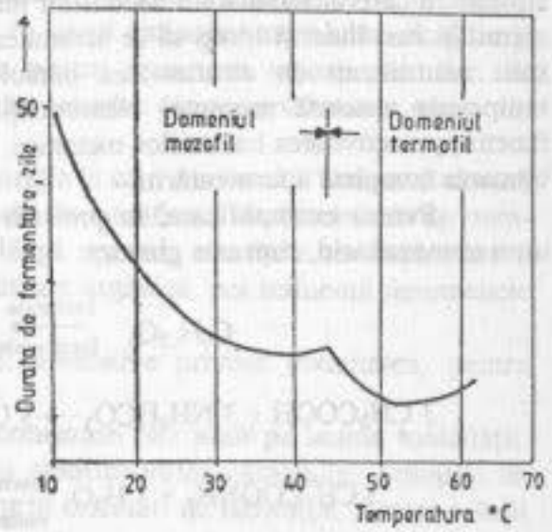


Fig. 9.3. Influenţa temperaturii asupra duratei de fermentare.

Alcalinitatea și *p*H-ul. Pentru funcționarea corectă a procesului, este necesar ca valoarea *p*H să se mențină în limite relativ strânse, deoarece bacteriile metanice sunt foarte sensibile la variații mici ale valorii acestui indicator. Domeniul în care poate varia *p*H-ul este, în general, 6,6–7,4, dar este preferabil ca el să se mențină cât mai aproape de valoarea 7,0.

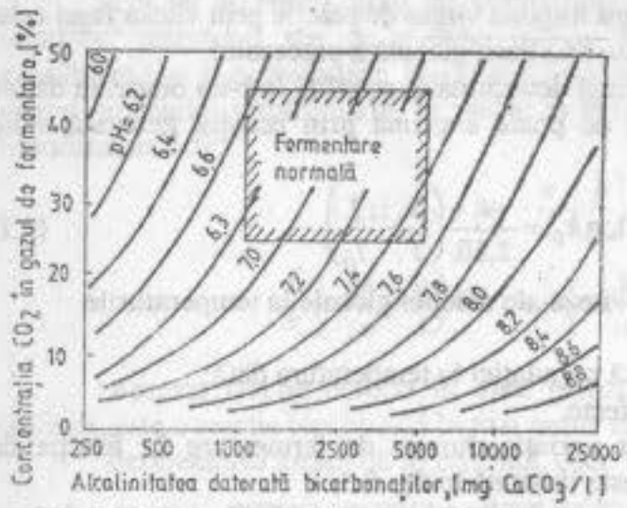


Fig. 9.4. Influența *p*H-ului asupra fermentării.

În fig. 9.4 se prezintă relația dintre *p*H, alcalinitatea bicarbonatată a apei de nămol și conținutul de CO_2 în gazul de fermentare.

Condiția de bază a funcționării corecte a unei instalații de fermentare anaerobă o constituie echilibrul dinamic între formarea produșilor primei faze a degradării (acizi volatili etc.) și consumarea acestor produși de către bacteriile metanice. Atât timp cât fermentarea decurge în condiții corecte, conținutul de acizi volatili este relativ scăzut (circa 500 mg CH_3COOH/l); în situația în care metabolismul bacteriilor metanice este perturbat, acizii volatili sunt asimilați mai încet și încep să se acumuleze în mediu. Până la un moment dat, ei sunt neutralizați de alcalinitatea nămolului, care are o mare capacitate de tamponare datorită prezenței bicarbonaților; după epuizarea bicarbonaților, se încetinește activitatea bacteriilor metanice, iar dezechilibrul se accentuează până la blocarea completă a fermentării.

Pentru exemplificare, se prezintă mai jos, simplificat, mersul degradării unui monozaharid, cum este glucoza:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{fazei acide}]{\text{bacteriile}} 3\ CH_3COOH; \qquad (9.2)$$

$$3\ CH_3COOH + 3\ NH_4HCO_3 \rightarrow 3\ CH_3COONH_4 + 3\ H_2O + 3\ CO_2; \qquad (9.3)$$

$$3\ CH_3COONH_4 + 3\ H_2O \xrightarrow[\text{metanice}]{\text{bacterii}} 3\ CH_4 + 3\ NH_4HCO_3 \qquad (9.4)$$

Ecuația (9.2) reprezintă degradarea glucozei la acid acetic de către bacteriile fazei acide. Acidul este apoi neutralizat de către bicarbont, care are rolul de tampon. Substanța tampon consumată în reacția (9.3) este formată din nou în reacția (9.4). Dacă nu este prezentă o cantitate suficientă de tampon (bicarbonat), *p*H-ul va scădea, iar transformarea acetatului în metan (9.4) va fi inhibată. În asemenea situații, este necesar să se intervină pentru completarea capacității de tamponare a sistemului (de regulă prin adăugare de var).

Din fig. 9.4 rezultă că pentru asigurarea menținerii valorii *p*H, alcalinitatea bicarbonatată trebuie să fie menținută la nivelul minim de 1000 mg $CaCO_3$/l, iar aciditatea datorată acizilor volatili să nu reprezinte mai mult de 50% din aciditatea totală.

Nutrienți. Pentru desfășurarea normală a reacțiilor biochimice care constituie procesul de fermentare, este necesară prezența anumitor nutrienți și micronutrienți. În cazul nămolurilor provenite din ape uzate menajere, aceștia sunt prezenți în cantitate suficientă. Dificultăți pot apărea în cazul nămolurilor cu aport industrial important.

Dintre nutrienți se menționează, în primul rând, azotul; raportul N/C este indicat a fi cel puțin 1/16.

Substanțe toxice. Procesul de fermentare poate fi deranjat de prezența în nămol a unor substanțe ca: metale grele, sulfuri, detergenți, metale alcaline și alcalino–pământoase, unele substanțe chimice organice. Prezența lor se datorește, de regulă, apelor uzate industriale, sau, în cazul cationilor metalelor alcaline și alcalino–pământoase, alcaliilor introduse pentru corectarea valorii *p*H. Pot, de asemenea, exercita o acțiune toxică cantități excesive din orice substanțe, chiar din cele considerate în general ca nutrienți.

Este greu să se definească concentrația la care o substanță începe să devină toxică, deoarece această concentrație poate fi modificată de fenomene de antagonism, sinergism sau aclimatizare. Pe lângă aceasta, condițiile de exploatare a instalației, ca de exemplu șocurile de încărcare organică, pot influența fenomenele de toxicitate.

În tabelul 9.3 se prezintă date orientative privind toxicitatea, pentru procesul de fermentare a câtorva substanțe.

Dacă dereglarea procesului de fermentare este pusă pe seama toxicității, este necesar să se facă o analiză atentă a constituenților nămolului. Soluțiile de înlăturare a efectului toxic pot fi stabilite prin cercetări de laborator. Aceste soluții pot să nu implice, în mod necesar, eliminarea din apa uzată a substanței dovedite ca toxică.

Tabelul 9.3

Substanţe şi concentraţii toxice pentru fermentarea anaerobă a nămolului

Substanţa	Concentraţia, mg/l
Sulfuri	200
Metale grele (în soluţie)	1
Sodiu	5 000–8 000
Potasiu	4 000–10 000
Calciu	2 000–6 000
Magneziu	1 200–3 500
Amoniu	1 700–4 000
Amoniac liber	150

Alimentarea cu nămol şi amestecarea. O bună amestecare a nămolului în spaţiul de fermentare este necesară pentru a aduce nămolul proaspăt în contact intim cu organismele care se găsesc în nămolul în fermentare, precum şi pentru a se evita ca aportul de nămol proaspăt să determine modificarea mediului din spaţiul de fermentare.

Procesul de fermentare decurge în condiţii mai bune atunci când alimentarea se face în cantităţi mici, la intervale scurte. Introducerea dintr-o dată a unei cantităţi prea mari de nămol proaspăt poate crea şocuri de încărcare organică, deplasând echilibrul biochimic.

Agitarea este necesară şi pentru a înlesni degajarea gazului, spargerea spumei şi crustei şi folosirea întregului volum al instalaţiei. Ca sisteme de agitare se folosesc dispozitive mecanice care rotesc în spaţiul de fermentare, pomparea (în special atunci când încălzirea nămolului se face prin schimbătoare de căldură exterioare), barbotarea cu gaz.

9.4.3. Tipuri de instalaţii de fermentare

Principalele tipuri de instalaţii de fermentare anaerobă sunt cele de mică sau cele de mare încărcare. În practică, au fost realizate patru tipuri de instalaţii:

— instalaţii de mică încărcare, într-o singură treaptă;
— instalaţii de mare încărcare, într-o singură treaptă;
— instalaţii în două trepte;
— instalaţii de contact.

În primul tip de instalaţie, alimentarea cu nămol se face de 2–3 ori pe zi. Pe măsură ce se realizează fermentarea, în instalaţie se formează, de sus în jos, trei

zone: o zonă de spumă (crustă), o zonă a apei de nămol (supernatant) şi o zonă de nămol; aceasta din urmă comportă un strat superior, în fermentare activă şi un alt strat, de fund, relativ stabilizat. Apa de nămol este, de regulă, trimisă în influentul staţiei, aducând astfel o încărcare suplimentară a acesteia; debitul apei de nămol este însă mic.

Instalaţiile de mică încărcare (fig. 9.5) prezintă următoarele caracteristici:

— lipsa încălzirii;
— durate de reţinere de 30–120 zile;
— încărcare 0,5–1,5 kg SV/m^3 rezervor·zi;
— alimentare şi evacuare intermitentă;
— stratificarea conţinutului.

Instalaţiile de mare încărcare, într-o singură treaptă (fig. 9.6), prevăzute cu sisteme de amestecare şi încălzire, sunt în prezent cele mai răspândite.

Instalaţiile de acest tip se caracterizează prin:

— încălzire la 30...35 °C;
— durata de reţinere 12–20 zile;
— încărcarea 1,5–5 kg SV/m^3·zi (în ţara noastră se iau încărcări de 2–3 kg/m^3·zi);

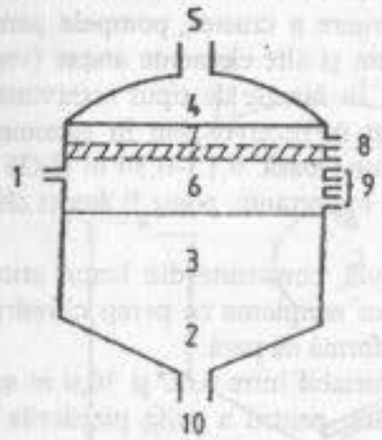


Fig. 9.5. Instalaţie de fermentare de mică încărcare:
1 – alimentare cu nămol; *2* – nămol fermentat; *3* – nămol în fermentare activă; *4* – gaz de fermentare; *5* – evacuare gaz; *6* – apă de nămol; *7* – crustă (spumă); *8* – evacuare spumă; *9* – evacuare apă de nămol; *10* – evacuare nămol fermentat.

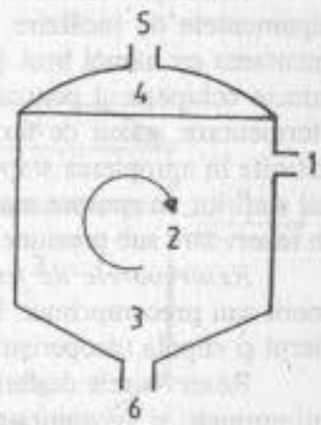


Fig. 9.6. Instalaţie de fermentare de mare încărcare:
1 – alimentare cu nămol; *2* – amestecare; *3* – nămol în fermentare activă; *4* – gaz de fermentare; *5* – evacuare gaz; *6* – evacuare nămol fermentat.

— alimentarea şi evacuarea intermitentă;
— conţinutul omogen.

Instalaţiile de fermentare în două trepte (fig. 9.7) au fost realizate în ideea de a recupera o cantitate suplimentară de gaz de fermentare, precum şi de a realiza îngroşarea nămolului şi separarea apei de nămol. Acest tip de instalaţie poate funcţiona într-un domeniu larg de încărcări. De regulă, numai prima treaptă este încălzită.

În ultimii ani, procedeul a început să fie părăsit, rezervoarele de fermentare ale treptei a II-a fiind transformate fie în instalaţii de fermentare într-o singură treaptă, fie în îngroşătoare de nămol sau bazine-tampon pentru stocarea temporară a nămolului fermentat înaintea evacuării finale.

Instalaţiile de contact (fig. 9.8) sunt alcătuite dintr-o instalaţie de mare încărcare, urmată de o a doua treaptă, în care nămolul sedimentat este recirculat în prima treaptă pentru însămânţarea nămolului proaspăt alimentat. Sistemul nu cunoaşte o răspândire prea mare.

9.4.4. Elemente constructive ale instalaţiilor de fermentare

Instalaţiile de fermentare cuprind, în principal: rezervoarele de fermentare, echipamentele de încălzire, de amestecare şi spargere a crustei, pompele pentru alimentarea cu nămol brut şi de recirculare, precum şi alte elemente anexe (vane, conducte echipament pentru reglare, control etc.). În funcţie de tipul rezervorului de fermentare, gazul de fermentare poate fi stocat în rezervor sau în gazometre construite în apropierea staţiei de fermentare (presiune joasă: 0,15–0,30 m H_2O). În cazul staţiilor de epurare mari, cu producţii de gaz importante, poate fi stocat chiar şi în rezervoare sub presiune (15–30 m H_2O).

Rezervoarele de fermentare sunt, de regulă, construite din beton armat, monolit sau precomprimat. Ele pot avea forma unor recipiente cu pereţi cilindrici, radierul şi cupola (acoperişul) fiind conice sau sub formă de pară.

Rezervoarele de fermentare cu diametru variabil între 6,00 şi 30,0 m sunt semiîngropate şi înconjurate cu un taluz de pământ, pentru a evita pierderile de căldură. La noi în ţară, rezervoarele de fermentare de mare încărcare sunt tipizate pentru volume de 750, 1 000, 3 000 şi 4 000 m^3 (Proiect I.S.L.G.C. M 1211–0). De obicei, rezervoarele de fermentare de mare încărcare se cuplează, având între ele camera de manevră.

Pereţii, radierul şi acoperişul executaţi întotdeauna din beton armat sunt protejaţi cu izolaţie termofugă, pentru a evita pierderile de căldură. Radierul face, de obicei, un unghi de 45° cu orizontala; dacă sunt prevăzute dispozitive mecanice de curăţire a nămolului (rareori), radierul poate fi aproape orizontal; pante de 1 pe verticală şi 4 pe orizontală sunt cele mai recomandate.

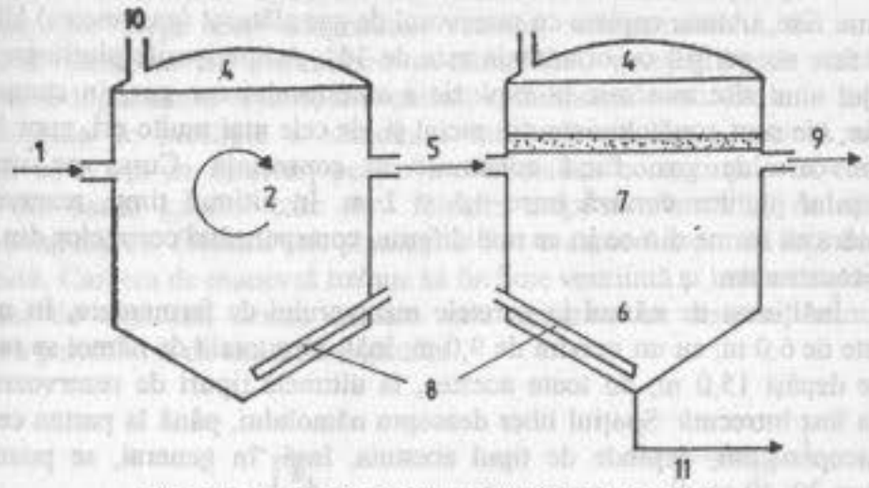


Fig. 9.7. Instalaţia de fermentare în două trepte:
1 – alimentare cu nămol; *2* – amestecare; *3* – nămol în fermentare activă; *4* – gaz de fermentare; *5* – alimentare treapta a doua; *6* – nămol fermentat; *7* – apa de nămol; *8* – guri de evacuare nămol; *9* – evacuare apă de nămol; *10* – evacuare gaz; *11* – evacuare nămol fermentat.

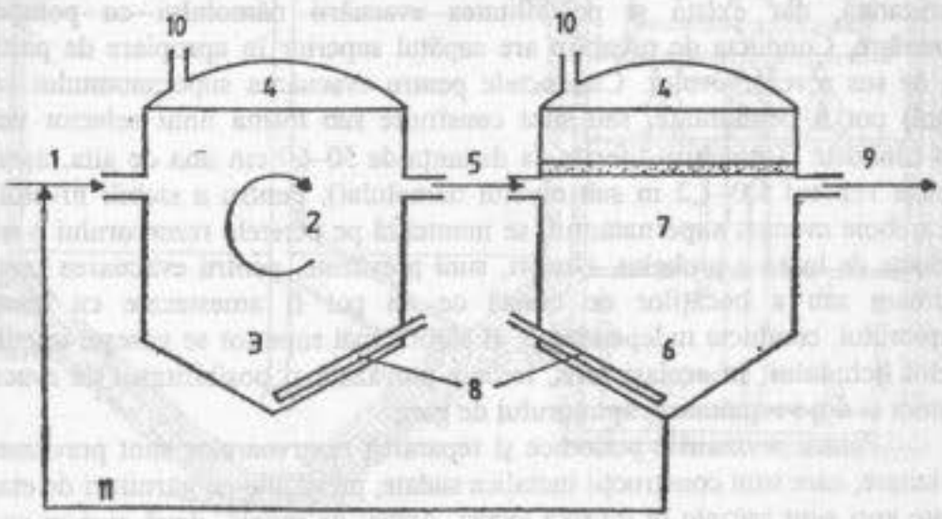


Fig. 9.8. Instalaţie de fermentare de contact:
1 – alimentare cu nămol; *2* – amestecare; *3* – nămol în fermentare activă; *4* – gaz de fermentare; *5* – alimentare treapta a doua; *6* – nămol fermentat; *7*– apă de nămol; *8* – guri de evacuare nămol; *9* – evacuare apă nămol; *10* – evacuare gaz de fermentare; *11* – recirculare nămol.

Acoperişurile rezervoarelor de fermentare pot fi fixe sau plutitoare. Atunci când sunt fixe, trebuie cuplate cu rezervorul de gaz alăturat (gazometru) Unghiul pe care îl face acoperişul cu orizontala este de 30°. Acoperişurile plutitoare prezintă avantajul unui risc mai mic la explozie a amestecului aer–gaz, în comparaţie cu cele fixe; ele sunt confecţionate din metal şi, de cele mai multe ori, sunt folosite şi ca rezervoare de gaz, fiind construite în consecinţă. Cursa pe verticală a acoperişului plutitor variază între 0,5 şi 2 m. În ultimul timp, rezervoarele de fermentare au forme din ce în ce mai diferite, corespunzând cerinţelor din punct de vedere constructiv.

Înălţimea de nămol la peretele rezervorului de fermentare, în mod obişnuit, este de 6,0 m, cu un maxim de 9,0 m; înălţimea totală de nămol se recomandă a nu se depăşi 15,0 m; cu toate acestea, la ultimele tipuri de rezervoare această limită a fost întrecută. Spaţiul liber deasupra nămolului, până la partea cea mai de sus a acoperişului, depinde de tipul acestuia, însă, în general, se poate admite minimum 30–40 cm.

Conductele care servesc la exploatarea rezervoarelor de fermentare sunt plasate la diferite niveluri, în funcţie de scopul lor (fig. 9.9). Conducta de acces a nămolului proaspăt aduce nămolul la partea superioară a rezervorului, în timp ce conducta de evacuare a nămolului pleacă de la partea cea mai de jos a rezervoarelor. Evacuarea nămolului se realizează, de obicei, prin diferenţa de presiune hidrostatică, dar există şi posibilitatea evacuării nămolului cu pompele de recirculare. Conducta de preaplin are capătul superior în apropiere de partea cea mai de sus a rezervorului. Conductele pentru evacuarea supernatantului (apa de nămol) pot fi pendulante, sau sunt construite sub forma unui selector de nivel (2–4 conducte la niveluri diferite, la distanţa de 50–60 cm una de alta, aşezate pe peretele vertical 1,0–1,2 m sub nivelul nămolului). Pentru a stabili nivelul de la care trebuie evacuat supernatantul, se montează pe peretele rezervorului o serie de conducte de luare a probelor. Uneori, sunt prevăzute, pentru evacuarea corpurilor plutitoare sau a bucăţilor de crustă ce nu pot fi amestecate cu conţinutul rezervorului, conducte independente, al căror capăt superior se găseşte imediat sub nivelul lichidului; în acelaşi sens, trebuie prevăzută şi posibilitatea de evacuare a acestora şi din vecinătatea captatorului de gaze.

Pentru revizuirile periodice şi repararea rezervoarelor sunt prevăzute guri de vizitare, care sunt construcţii metalice sudate, prevăzute cu garnituri de etanşare. Aceste guri sunt aşezate în diverse locuri. Astfel, de regulă, două guri se aşază pe acoperişul rezervorului şi una pe peretele acestora, la partea inferioară. Diametrele uzuale ale gurilor de vizitare sunt de circa 75 cm.

Toate conductele trebuie să fie executate din materiale rezistente la coroziune; ele trebuie să aibă diametre cuprinse între 150 şi 200 mm, deoarece la dimensiuni mai mici înfundarea lor devine prea frecventă.

Camera de manevră, deservind de obicei două sau mai multe rezervoare de fermentare, are drept scop adăpostirea vanelor, echipamentului de control al fermentării, pompele de recirculare a nămolului, instalaţiile de încălzire a nămolului, echipamentul electric de control, ventilatoarele etc. De cele mai multe ori, instalaţiile de încălzire a nămolului sunt aşezate într-o cameră alăturată, prevăzută cu o uşă în exterior, pentru a minimaliza consecinţele în cazul unei explozii din cauza gazelor care sunt folosite drept combustibil; de asemenea, echipamentul aferent folosirii este plasat şi el într-o cameră separată faţă de camera de manevră. Camera de manevră trebuie să fie bine ventilată şi luminată. Din cauza pericolului de explozie, aceste camere sunt echipate cu sisteme automate de anunţare a pericolului de explozie a gazelor.

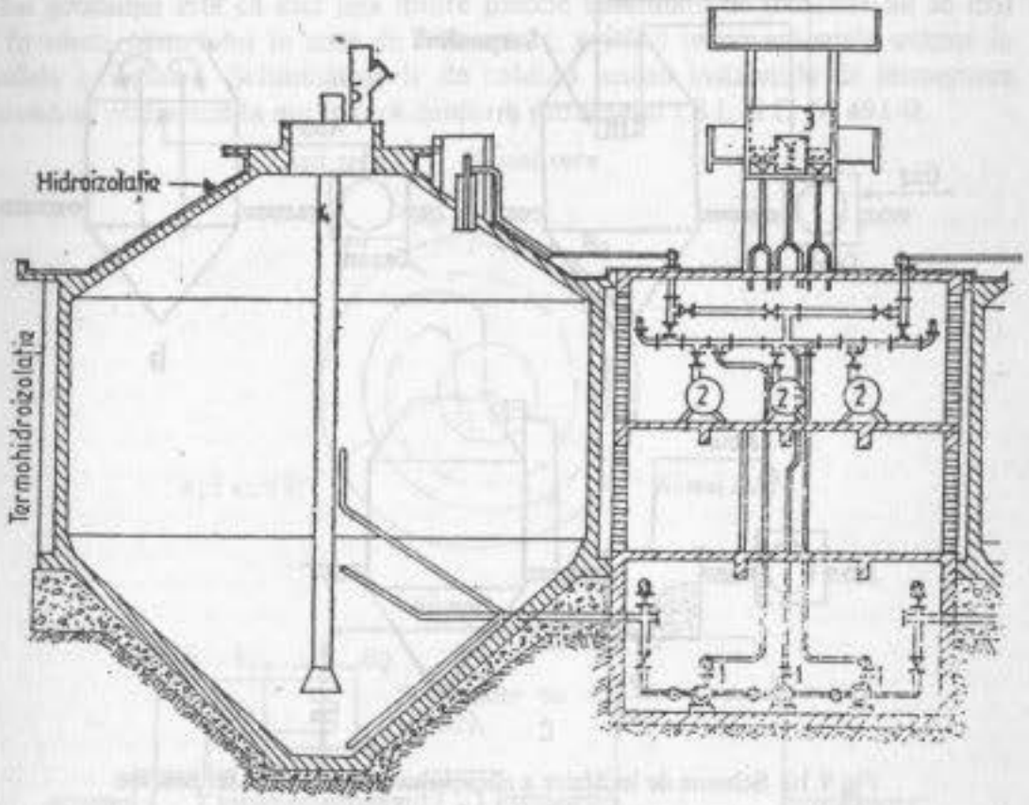


Fig. 9.9. Rezervor de fermentare a nămolului cu cameră de manevră:
1 – pompe de recirculare; *2* – schimbătoare de căldură; *3* – distribuitor-colector de recirculare; *4* – amestecător interior; *5* – captator de gaze.

Rezervoarele de fermentare sunt prevăzute la exterior şi interior cu scări de acces.

Echipamentele de încălzire a rezervoarelor de fermentare sunt destul de variate, funcţie de mijloacele de încălzire. Mai întâi, se menţionează că drept combustibil se foloseşte chiar gazul rezultat din fermentarea metanică, a cărui compoziţie este în medie următoarea: 70% metan, 30% bioxid de carbon.

Arzătoarele sistemului de încălzire trebuie să corespundă puterii calorice a gazului metan (5–6 000 calorii/m^3) şi să reziste la atacul produselor sulfuroase degajate prin ardere, din această cauză, confecţionate din aluminiu.

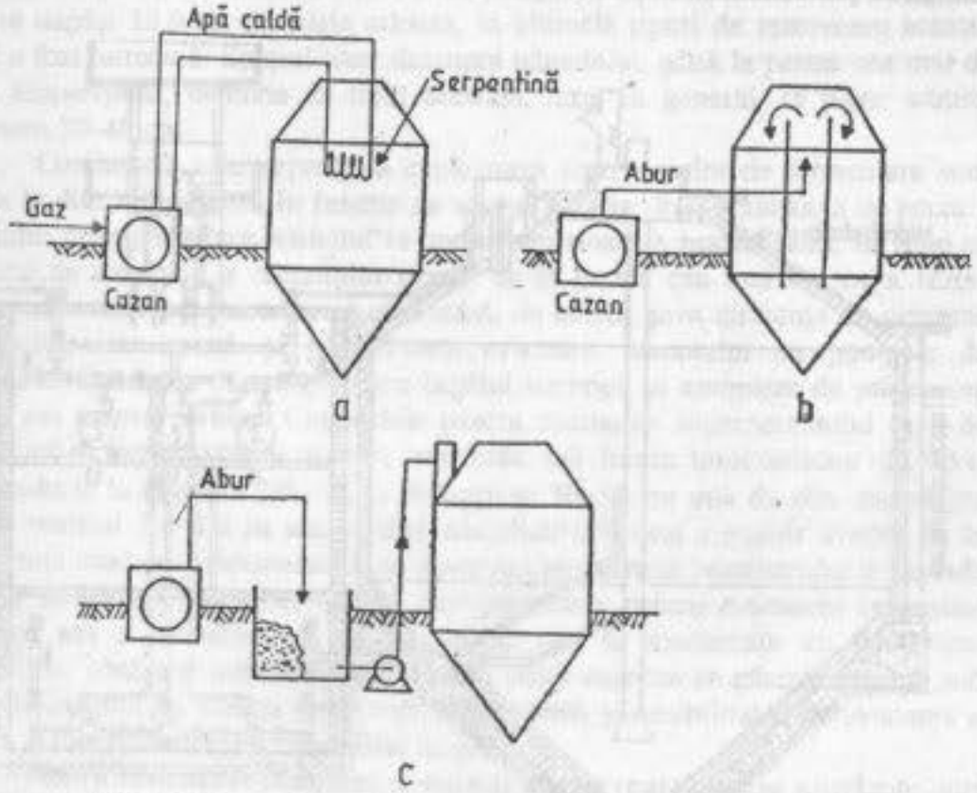


Fig.9.10. Scheme de încălzire a nămolului în bazinul de fermentare.

Alimentarea cu căldură a bazinelor de fermentare se poate face în următoarele moduri:

— încălzire prin serpentină cu apa caldă introdusă în masa nămolului (fig. 9.10, *a*). Un inconvenient al acestui procedeu este faptul că ţevile serpentinei

se acoperă cu o crustă de nămol, care treptat încetineşte schimbul termic şi, ceea ce este şi mai grav, se deteriorează repede, în afara cazului când sunt din cupru;

— încălzire cu vapori introduşi într-un tub central în rezervorul de fermentare, unde se dă naştere şi la un curent de amestec al nămolului (fig. 9.10, *b*). Inconvenientul acestui sistem este faptul că în zona de acces a vaporilor fierbinţi, nămolul proaspăt vine în contact cu aburul încălzit până la 105...110 °C, ceea ce produce distrugerea unei părţi din microorganismele necesare fermentării. Pentru a evita acest inconvenient, se poate aplica procedeul de a încălzi cu abur nămolul proaspăt, înainte de introducerea lui în rezervorul de fermentare (fig. 9.10, *c*);

— încălzire prin schimbător de căldură, folosită azi în majoritatea cazurilor, conform schiţei din fig. 9.11; procesul se petrece între două serpentine (una de apă caldă, cealaltă de nămol), între care are schimbul de căldură. Avantajul acestui procedeu este că nici una dintre piesele sistemului de încălzire nu se mai află în masa nămolului în curs de fermentare, evitând inconvenientele arătate la metodele anterioare. Schimbătoarele de căldură pentru instalaţiile de fermentare anaerobă se realizează la noi în ţară conform proiectului I.S.L.G.C. M 491-0.

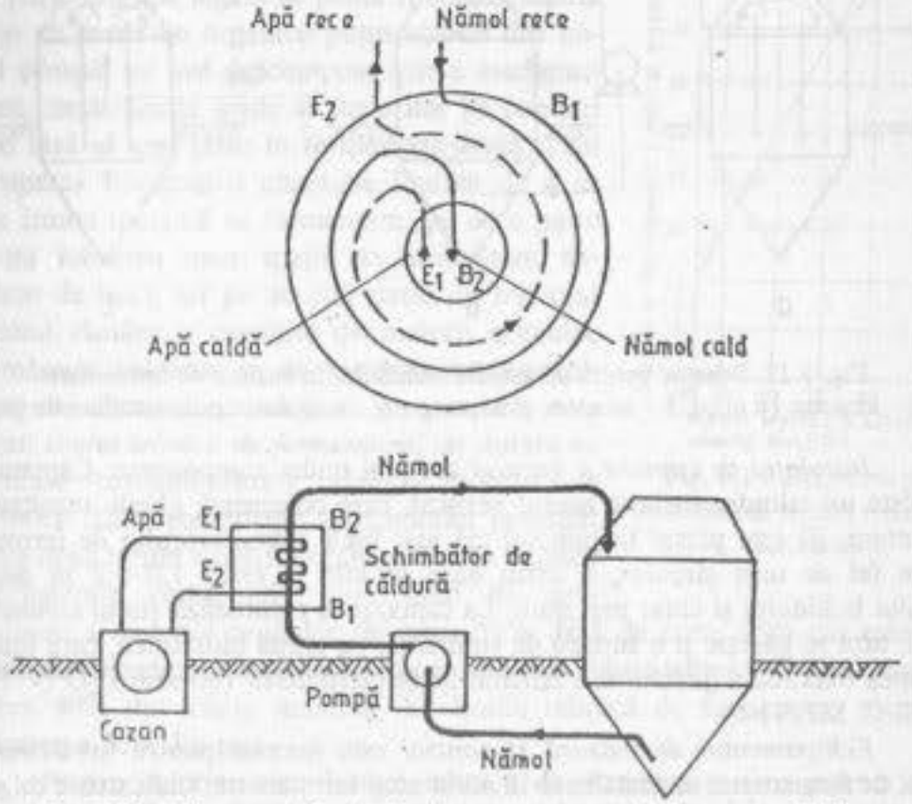


Fig. 9.11. Schema unui bazin de fermentare cu recircularea nămolului prin schimbător de căldură extern.

Sisteme de amestec a nămolului se folosesc pentru:

— omogenizarea masei de nămol;

— distrugerea stratului superior de materii ușoare (spumei sau crustei).

Sistemele de amestec sunt, de asemenea, foarte variate, și anume:

— o elice plasată în zona superioară, care distruge stratul de materii plutitoare și crează un curent ascendent în tubul central al rezervorului de fermentare (fig. 9.12, *a*);

— prin pompare, ceea ce produce recircularea nămolului de la fund spre suprafață, creând, în același timp o mișcare pe verticală și una de rotație a nămolului (fig. 9.12, *b*);

— prin insuflare de gaz de fermentație dintr-un tub central, așa cum s-a arătat la sistemul de încălzire cu abur (fig. 9.12, *c*).

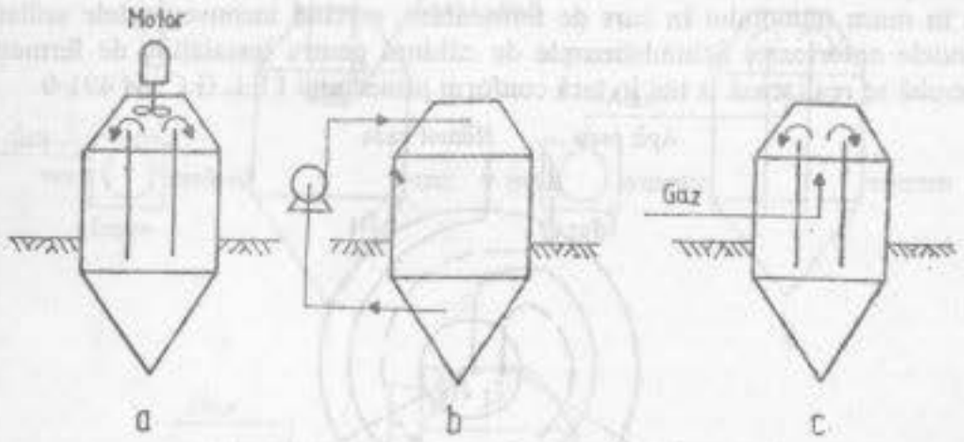


Fig. 9.12. Scheme pentru amestecul nămolului în bazinul de fermentare:
a – amestec cu elice; *b* – amestec prin pompare; *c* – amestec prin insuflare de gaz.

Instalația de captare a gazului are mai multe componente. Captatorul de gaze este un cilindru metalic așezat vertical, care colectează gazele rezultate prin fermentare. El este plasat în punctul cel mai înalt al rezervorului de fermentare, într-un fel de turn circular, a cărui bază se află la circa 1,0–1,2 m deasupra nivelului lichidului și chiar mai mult. La captator se racordează știuțul conductei de gaz. În turn se găsește și o supapă de siguranță, cu gardă hidraulică, care limitează presiunea maximă a gazului din bazinul de fermentare la 100 mm H_2O (v. Proiect I.S.L.G.C. M1211-0).

Echipamentul de măsură și control este necesar pentru urmărirea procesului de fermentare; se instalează în acest scop termometre, indicatoare de *p*H, de nivel, dispozitive de măsurare a debitului de gaz și de luare a probelor de gaz și de nămol etc.

Întregul echipament este astfel montat și asigurat, încât să se evite pierderile de gaz și exploziile.

9.4.5. Performanțele instalațiilor de fermentare

Fermentarea anaerobă nu poate realiza descompunerea totală a materiilor organice prezente în nămolul proaspăt. Limita de reducere a materiilor organice la care procesul de fermentare este practic încheiat (definită de durata necesară pentru producerea a 90% din gaz) este denumită *limita maximă de fermentare*.

În fermentarea nămolului nu este însă necesar să se atingă această limită, ci este suficient să se obțină un nămol care să se deshidrateze ușor și să fie lipsit de mirosuri neplăcute. Aceasta înseamnă că proprietățile coloidale ale nămolului au fost modificate într-o măsură suficientă pentru ca o mare parte din apa legată să poată fi cedată relativ ușor și că materiile organice puțin stabile din nămolul prospăt au fost descompuse într-o asemenea măsură, încât acesta poate fi depozitat în condiții aerobe fără să mai intre în fermentare acidă. Prin întreruperea fermentării anaerobe înainte de a se atinge limita maximă de fermentare, pe de o parte se evită folosirea unor spații de fermentare nejustificat de mari, iar pe de altă parte, în nămolul fermentat rămâne o cantitate de materii organice care mărește valoarea sa ca îngrășământ agricol. Gradul de fermentare adoptat în practică este denumit *limita tehnică de fermentare*, iar durata de fermentare corespunzătoare, *durata tehnică de fermentare*. La o compoziție a nămolului proaspăt de circa două treimi materii organice, limita tehnică de fermentare corespunde unui grad de descompunere a materiei organice de circa 59%, față de circa 65% cât este limita maximă de fermentare. În general, se consideră că limita tehnică de fermentare este de circa 90% din limita maximă. La limita tehnică de fermentare corespunde producerea a 90% din gaz.

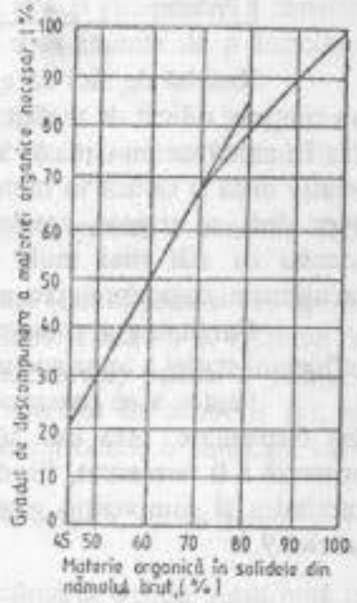


Fig. 9.13. Diagrama pentru stabilirea limitei tehnice de fermentare.

Pentru determinarea limitei tehnice de fermentare s-au propus diferite tabele și grafice. În fig. 9.13 este prezentat un astfel de grafic.

Producția de gaz. Cantitatea și compoziția gazului de fermentare diferă în funcție de compoziția nămolului. În tabelul 9.4 se prezintă cantitățile specifice și compoziția gazului produs prin fermentarea anaerobă a principalelor grupe de substanțe organice.

Tabelul 9.4

Cantități specifice de gaz rezultate prin fermentarea materiilor organice

Grupa de substanțe	Cantitatea de gaz, l/kg	CH_4, %	CO_2, %
Hidrați de carbon	790	50	50
Grăsimi	1250	68	32
Proteine	704	71	29

Rezultă de aici că grăsimile dau cantitatea de gaz cea mai mare și având un conținut ridicat de metan; proteinele dau, de asemenea, un gaz de bună calitate, dar în cantitate mai mică, în timp ce hidrații de carbon dau o cantitate de gaz relativ mică și săracă în metan. O cantitate mare de hidrați de carbon în nămol va avea, deci, ca urmare, creșterea conținutului de bioxid de carbon în gazul produs, aceasta cu atât mai mult cu cât din cele trei categorii de materii organice menționate, degradarea cea mai înaintată o suferă hidrații de carbon.

Cantitatea și compoziția gazului produs sunt influențate și de prezența în influentul stației a unor ape uzate industriale.

Pentru a se putea estima cantitatea și compoziția gazului care va rezulta din fermentare, este util să se cunoască cel puțin compoziția nămolului care urmează a fi fermentat, fiind însă de dorit să se stabilească pe cale experimentală cantitatea și compoziția gazului. Ca valori medii orientative, se indică cele din tabelul 9.5.

Tabelul 9.5

Caracteristicile gazului de fermentare

Caracteristica	U.M.	Valoarea
Cantitatea specifică	l/kg materie organică mineralizată	800–1 000
Conținut de metan	%	60–75
Bioxid de carbon	%	22–30
Putere calorică	kcal/m^3	5 000–6 000

În numeroase stații de epurare gazul de fermentare este utilizat fie pentru încălzirea cazanelor de abur, fie drept combustibil în motoare diesel, care antrenează generatoare electrice. Criza energetică actuală face să se acorde atenție sporită acestei surse de energie, care nu este întotdeauna deplin utilizată.

9.4.6. Exploatare și întreținere

Exploatare normală. Exploatarea rezervoarelor de fermentare a nămolului, din cauza proceselor complexe care intervin, precum și a numeroaselor utilaje, pare a fi operația cea mai dificilă dintr-o stație de epurare.

Amorsarea fermentării. Operația comportă următoarele:

— se controlează toate conductele de nămol, apă și gaz pentru a constata dacă sunt etanșe. Orice reparație se face mult mai ușor înainte de a introduce nămolul;

— se umple rezervorul și toate conductele cu apă;

— se pornește sistemul de încălzire și se încearcă o perioadă mai îndelungată, pentru a fi siguri că funcționează bine;

— se controlează toate dispozitivele de etanșare, pentru a constata dacă funcționează normal;

— se introduce nămol fermentat sau supernatant (lichid separat sau apă de nămol) dintr-un rezervor de fermentare aflat în funcțiune. Dacă nu se dispune de acestea, se adaugă o cantitate suficientă de ape uzate brute, pentru a produce etanșarea rezervorului de fermentare. În cazul rezervoarelor cu acoperiș fix, se umple rezervorul; pentru cele cu acoperiș plutitor, se introduce o cantitate suficientă pentru ca acoperișul să plutească;

— se încălzește conținutul rezervorului la 32...35 °C și se menține la această temperatură;

— se adaugă nămol brut; dacă este posibil, încărcarea trebuie menținută la circa 8,5 kg substanțe solide volatile pentru 100 m^3 volum de bazin, în primele 20 de zile. Apele uzate din care a provenit nămolul nu trebuie să conțină substanțe toxice;

— se începe recircularea conținutului rezervorului;

— se controlează periodic evoluția fermentării, determinându-se: conținutul în CO_2 al gazului, alcalinitatea totală, acizii volatili și *p*H-ul. Dacă alcalinitatea totală continuă să crească, acizii volatili nu cresc mult, iar *p*H-ul nu scade când se introduce nămol; acestea sunt indiciile unei bune evoluții;

— se crește treptat încărcarea cu nămol, urmărindu-se menținerea caracteristicilor favorabile ale fermentării. În timp de 50–60 zile, uneori mai mult, ar trebui să se realizeze amorsarea totală a procesului;

— se reduce încărcarea sau se introduce nămol bine fermentat din alt rezervor, dacă apare crustă în cantitate mare, sau dacă determinările de laborator indică caracteristici nefavorabile fermentării.

După amorsarea fermentării, pentru realizarea unei bune exploatări, trebuie urmărite operaţiile şi parametrii puşi în evidenţă în cele ce urmează.

Controlul temperaturii. S-a menţionat mai înainte că temperatura cea mai adecvată pentru a realiza fermentarea nămolurilor provenite de la staţiile orăşeneşti este de 32...35 °C. Procesul de fermentare se poate desfăşura în bune condiţii şi la temperaturi cuprinse între 29 şi 32 °C sau chiar ceva mai scăzute, dar timpul de fermentare va fi mai lung.

Microorganismele implicate în procesul de fermentare, în special cele producătoare de metan, sunt foarte sensibile la schimbările de temperatură. Activitatea acestora este influenţată negativ de schimbările bruşte de temperatură, chiar în limita a 2...3 °C.

Pentru aceste motive, rezervoarele de fermentare sunt prevăzute cu dispozitive de încălzire şi de menţinere a unei temperaturi constante în întreaga masă de nămol. În paragraful 9.4.4 sunt prezentate principalele procedee de încălzire, precum şi avantajele şi dezavantajele acestora. În practica curentă, cele mai utilizate sisteme de încălzire sunt cel cu serpentină cu apă caldă şi cel cu recirculare externă a nămolului.

În rezervoarele de fermentare care utilizează serpentine, căldura este transferată de la apa fierbinte care circulă prin aceste serpentine, montate pe peretele rezervorului, la conţinutul acestuia, care se menţine sub agitare. Temperatura apei în aceste serpentine trebuie să fie destul de mare, pentru a încălzi nămolul la valorile dorite (32...35 °C), dar totuşi scăzută, pentru a nu provoca uscarea şi încrustarea nămolului pe suprafaţa serpentinei. În câteva săptămâni, uneori mult mai repede, uscarea poate progresa în aşa fel încât stratul izolator acoperă conducta şi reduce substanţial transferul termic. Limitele normale ale apei fierbinţi care intră în serpentine sunt de 49...54 °C. De obicei, este necesară circulaţia continuă a apei fierbinţi prin serpentină, cu excepţia perioadelor lungi de timp foarte călduros. Pentru controlul procesului de transfer termic sunt instalate termometre la intrarea şi la ieşirea apei fierbinţi din serpentină. Între intrare şi ieşire trebuie să existe o diferenţă de temperatură de circa 5 °C. Apa ce iese din serpentină este reîncălzită până la temperatura de intrare, într-un boiler alăturat. Operatorul trebuie să controleze cu atenţie valorile temperaturilor, iar dacă se înregistrează diferenţe prea mari între temperatura apei ieşite din boiler şi cea care se reîntoarce, înseamnă că există pierderi de căldură mai mari decât cele normale. Situaţia trebuie analizată şi luate măsuri corespunzătoare de micşorare a pierderilor.

O scădere pronunţată a temperaturii se poate datora şi introducerii unei cantităţi prea mari de nămol brut rece în rezervorul de fermentare. Acest efect negativ poate fi redus prin adăugarea unor volume mai mici de nămol, în şarje mai dese sau printr-o concentrare mai bună a nămolului brut.

Pentru verificarea temperaturii nămolului este necesară montarea de termometre în anumite puncte ale instalaţiei: în rezervorul de fermentare, boiler, conducte etc.

Cu excepţia unor instalaţii mici sau a acelora în care durata de retenţie este lungă, încălzirea cu serpentină cu apă fierbinte necesită, uneori, şi amestecarea conţinutului rezervorului de fermentare printr-un mijloc oarecare de agitare.

Un control foarte bun al temperaturii se poate obţine prin *recircularea nămolului în utilaje de transfer termic*, montate în exteriorul rezervorului de fermentare.

Sistemul constă dintr-un schimbător de căldură şi o pompă de recirculare (fig. 9.11). Un ansamblu de conducte permite accesul nămolului din rezervorul de fermentare în schimbătorul de căldură, în care acesta este încălzit de apa fierbinte care circulă în contracurent.

Prin intermediul recirculării se realizează:

— menţinerea unei temperaturi aproape constante, în întreg spaţiul de fermentare, ca urmare a unui transfer continuu de căldură şi a unei bune amestecări;

— agitarea întregului conţinut al rezervorului de fermentare, ceea ce are ca efect amestecarea tuturor componenţilor existenţi în sistem. Prin această agitare, se poate distruge stratul de crustă (materialele uşoare care se aglomerează deasupra lichidului);

— posibilitatea amestecării, înaintea introducerii în rezervorul de fermentare, a nămolului brut cu nămolul în stadiul de fermentare, ceea ce contribuie la obţinerea unui efect tampon din partea nămolului fermentat.

În general, sistemele de recirculare trebuie realizate în aşa fel încât să se permită un număr mai mare de manevre, cum ar fi:

— aspirarea nămolului pentru recirculare, din diversele puncte ale rezervorului de fermentare;

— introducerea nămolului recirculat în anumite zone ale spaţiului de fermentare;

— amestecarea materialelor (microorganismelor etc.) din diferite straturi ale rezervorului de fermentare, pentru menţinerea unui amestec relativ uniform.

Toate aceste operaţii presupun existenţa unei reţele de conducte prin care nămolul este extras şi reîntors în rezervorul de fermentare.

Este recomandabil ca recircularea nămolului să se realizeze în mod continuu, întrucât această operaţie favorizează, în mod deosebit, fermentarea. La realizarea acestei operaţii trebuie să se ţină seama şi de consumul de energie.

Controlul pH-ului. Microorganismele care realizează fermentarea anaerobă a nămolurilor se dezvoltă cel mai bine la un *p*H în jurul valorii de 7,0. La acest *p*H se obţine nămolul fermentat de cea mai bună calitate, cea mai bună compoziţie a gazului de fermentaţie şi cea mai mică cantitate de produse odorante. Când *p*H-ul scade sub 6,8 sau creşte peste 7,2, randamentul procesului scade mult. Astfel, când *p*H-ul scade sub 6,8, se dezvoltă mai mult microorganismele care preferă mediul acid. Acestea produc un gaz de fermentaţie cu un conţinut mai ridicat în CO_2, contribuie la apariţia de mirosuri neplăcute şi a unor cantităţi mari de crustă. Un *p*H peste 7,2 provoacă scăderea activităţii microorganismelor producătoare de metan, iar valorile mai ridicate pot contribui chiar la inhibarea activităţii acestora. Când *p*H-ul ajunge la 8,0, activitatea este foarte redusă, iar dacă *p*H-ul ajunge la 9,0, fermentarea încetează.

După ce fermentarea a fost amorsată, *p*H-ul poate fi puternic afectat de următoarele substanţe sau condiţii:

— reziduuri foarte acide sau alcaline descărcate în rezervorul de fermentare. Acestea pot să acţioneze negativ, chiar la concentraţii mici, dacă sunt evacuate perioade mai lungi de timp;

— cantităţi prea mari de materii organice în alimentare, care contribuie la creşterea peste limitele admise a încărcării, ceea ce dezechilibrează fermentarea, făcând să predomine prima sau a doua fază de fermentare;

— temperatura coborâtă, sau o amestecare deficitară a conţinutului rezervorului de fermentare.

Controlul *p*H-ului se poate asigura prin adăugarea unor cantităţi de var suficiente pentru a-l menţine între 6,8 şi 7,2.

Evacuarea supernatantului. Prin fermentarea nămolului brut se obţine gaz de fermentare (biogaz), nămol fermentat şi supernatant.

Evacuarea supernatantului este o operaţie discontinuă, care se realizează cu o anumită ritmicitate. Ea are loc după ce procesul de fermentare a început să se desfăşoare în bune condiţii. Acesta este confirmat cel mai bine de conţinutul în materii volatile al nămolului fermentat, de 40–54% (raportat la substanţa uscată). Supernatantul trebuie să aibă la sfârşitul fermentării un conţinut scăzut de suspensii, o concentraţie în acizi volatili între 300 şi 500 mg/l şi un CBO_5 de circa 500 mg/l sau mai scăzut.

Supernatantul trebuie evacuat din rezervoarele de fermentare pentru că reduce volumul ocupat de materialul care fermentează, asigurând astfel spaţiu pentru nămolul brut ce urmează a fi alimentat. La rezervoarele de fermentare cu acoperişuri fixe, supernatantul trebuie evacuat în acelaşi timp cu nămolul brut, care se alimentează. Dacă s-ar evacua supernatantul cu o viteză mai mare decât nămolul brut, poate să intre aer în rezervorul de fermentare şi să se creeze un amestec exploziv. Pentru a se evita acest pericol, de obicei se evacuează supernatantul

printr-o serie de conducte de descărcare, care asigură golirea rezervorului de fermentare până la un anumit nivel.

Rezervoarele de fermentare cu acoperiş plutitor permit mai multe posibilităţi de evacuare a supernatantului decât cele cu acoperiş fix. Aceasta, în primul rând, fiindcă nu este condiţionată evacuarea supernatantului de alimentarea cu nămol brut în acelaşi timp. De obicei, există un volum suficient, determinat de cursa acoperişului, care permite alimentarea cu nămol brut, timp mai îndelungat (circa o săptămână sau mai mult), fără să se evacueze în acest interval supernatant.

La ambele tipuri de rezervoare sunt montate conducte de prelevare de probe de la diverse adâncimi şi există posibilitatea evacuării supernatantului de la niveluri diferite. În funcţie de rezultatele determinărilor de laborator se poate hotărî până la ce nivel se descarcă rezervorul de fermentare.

Deoarece în toate staţiile de epurare manevrele tehnice permit, este indicat să se trimită supernatantul la una din treptele de epurare, de preferinţă la treapta biologică. Este recomandat ca această operaţie să fie făcută în perioadele în care debitul apelor uzate ce intră în staţia de epurare este cel mai mic, noaptea de exemplu.

Evacuarea nămolului fermentat. După terminarea fermentării, când nămolul a atins concentraţia corespunzătoare în substanţe volatile, acesta se evacuează din rezervorul de fermentare.

Atunci când se evacuează nămolul dintr-un rezervor de fermentare cu acoperiş fix, debitul de evacuare trebuie să fie egal cu debitul de alimentare a nămolului brut. Dacă nu se respectă această condiţie, poate pătrunde aer în bazinul de fermentare şi pot să se creeze amestecuri explozive. În situaţia în care operaţia de evacuare are loc dintr-un rezervor de fermentare cu acoperiş mobil, trebuie să se menţină nivelul lichidului peste limita de cursă a acoperişului, pentru a se preveni intrarea aerului.

Fermentarea în trepte. În prima treaptă procesul de fermentare este mult mai intens, urmând să scadă în intensitate în treptele următoare. Nămolul brut se introduce în prima treaptă, care se menţine sub agitare continuă, urmând ca din treapta a doua să se îndepărteze apa de nămol (supernatant) şi nămolul fermentat. Gazul se captează, de obicei, numai din prima treaptă; aici, după 5 zile, se produce circa 67% din gaz. Rezervorul din prima treaptă este încălzit şi constituie, de fapt, o instalaţie de mare încărcare, din care nu se evacuează supernatant.

Rezervorul de fermentare din treapta a doua este, de obicei, la o temperatură cu 3...6 °C mai scăzută decât cea din rezervorul din prima treaptă. În condiţii normale, nu este necesară încălzirea acestui rezervor de fermentare decât în perioadele reci ale anului. De multe ori, acest rezervor din treapta a doua este deschis, deoarece din el nu se captează gaz, întrucât cantitatea care se produce este foarte mică.

La fermentarea în două trepte, dacă procesul nu s-a definitivat în prima treaptă, se recomandă să se amestece nămolul din primul rezervor de fermentare cu conținutul celui de al doilea rezervor aflat în jumătatea superioară sau în primele două treimi ale acestuia. Această operație grăbește procesul în ambele rezervoare de fermentare și contribuie la o mai ușoară separare a supernatantului în treapta a doua.

Pomparea nămolului și alimentarea rezervorului de fermentare. Nămolul brut trebuie pompat din decantorul primar înainte de a intra în fermentare anaerobă. Trebuie să fie suficient de dens, dar totuși să permită transportul în condiții satisfăcătoare, prin pompare pe conducte.

La exploatarea rezervoarelor de fermentare, conținutul în apă al nămolului brut este de o mare importanță, întrucât surplusul de apă contribuie la ocuparea unui spațiu suplimentar în zona de reacție; reduce nejustificat temperatura în fermentator; micșorează duratele de staționare a materialelor în instalație.

Nămolul trebuie adăugat în rezervorul de fermentare la intervale dese – de obicei cel puțin de două ori pe zi și chiar mai des dacă se poate. Adaosurile de cantități mai mici și la intervale regulate asigură procesului de fermentare o viteză uniformă. La rezervoarele de fermentare cu acoperiș fix, introducerea nămolului brut trebuie să se facă cu viteză redusă, pentru a nu provoca agitarea stratului de apă de nămol (supernatantul), care se evacuează în același timp. Această viteză cu care se introduce nămolul brut nu are importanță în cazul rezervoarelor de fermentare cu acoperiș mobil.

Pentru pomparea nămolului se pot utiliza pompe cu piston sau centrifuge. Atât pompele centrifuge cât și cele cu piston trebuie astfel alese încât să răspundă la varietatea de condiții întâlnite la pomparea nămolului brut și a celui fermentat.

La utilizarea pompelor cu piston trebuie respectate următoarele principii de funcționare:

— se deschid vanele pe conducta de refulare, înainte de a porni pompa; o vană închisă poate provoca o creștere a presiunii în conductă și în pompă, care poate conduce la deteriorarea pompei. Înainte de a deschide și închide vanele pentru a schimba refularea de la o conductă la alta, pompa trebuie oprită;

— se oprește pompa și se închid vanele de pe conductele de refulare, înainte de a se deschide capacul pentru controlarea și verificarea supapelor;

— se închid vanele de pe conducta de aspirație când pompa funcționează înecat; se golește camera de aspirație;

— se controlează destul de des vanele și supapele; se înlătură obiectele ca bețe, cârpe etc. din jurul supapelor, se înlocuiesc supapele defecte;

— se reglează garniturile dintre piston și cilindru, pentru a preveni frecarea de cilindru și ruperea știftului de fixare; reglarea trebuie făcută destul de strâns, pentru a împiedica pierderea de nămol; se pot admite totuși, pierderi întâmplătoare de nămol;

— se reglează debitul pompei, prin modificarea cursei pistonului;

— se înlocuiește uleiul în funcție de recomandările din cartea tehnică a utilajului; se adaugă zilnic cantități mici în spațiul dintre piston și garnitură.

Utilizarea pompelor centrifuge impune respectarea următoarelor recomandări:

— să se regleze funcționarea pompei, în situația în care motorul are turație variabilă, pentru turații scăzute;

— să se asigure reducerea debitului de pompare prin micșorarea turației, nu prin închiderea parțială a vanelor; închiderea parțială a vanelor înlesnește colmatarea;

— să se mențină o presiune pozitivă în conducta de aspirație a pompei, pentru a menține pompa amorsată;

— să se înlăture materialele de orice fel (cârpe, bețe, ațe etc.), care înfundă pompa, prin gura de vizitare de lângă carcasă;

— să se prevină acumularea aerului și a gazului, golindu-se prin robinetul destinat acestui scop;

— să se mențină presiunea apei în presetupă, mai mare decât presiunea din conducta de refulare.

Controlul formării crustei. În urma procesului fermentativ se degajă gazul de fermentare, care în drumul său ascendent spre suprafața lichidului flotează o serie de produse ușoare, care nu au fermentat, inclusiv nămol. Acestea formează o crustă în partea superioară a rezervoarelor de fermentare. În unele situații se pot forma cantități mari de crustă, ceea ce evidențiază unele aspecte nedorite în desfășurarea procesului fermentativ. Formarea unei cruste consistente indică o stare prelungită de fermentare incompletă, o lipsă de echilibru între nămolul brut adăugat și cel din rezervorul de fermentare insuficient fermentat.

Aceste aspecte negative se pot datora următoarelor:

— existența unor cantități prea mici de nămol tampon în rezervoarele de fermentare;

— adăugarea unor cantități prea mari de nămol brut, în special de nămol cu un mare conținut de material volatil;

— amestecarea deficitară a conținutului rezervorului de fermentare;

— menținerea unor temperaturi prea scăzute în rezervorul de fermentare, pe o perioadă lungă de timp;

— extragerea unor cantități prea mari de nămol fermentat;

— acumularea unor cantități prea mari de crustă sau de nisip, care reduc capacitatea efectivă de fermentare.

Formarea crustei are o serie de dezavantaje, printre care:

— ocupă un volum util din spațiul rezervorului de fermentare;

— stinghерește amestecul nămolului și controlul temperaturii acestuia;

— ocupă din spaţiul destinat separării apei de nămol, îngreunând astfel separarea şi evacuarea unui lichid cu caracteristici convenabile;

— creează dificultăţi în separarea şi colectarea gazului.

Datorită acestor inconveniente precum şi a aspectelor negative referitoare la funcţionarea rezervoarelor de fermentare pe care le evidenţiază formarea crustei, aceasta trebuie bine controlată.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diverse.

Variaţia temperaturii în limite largi. Cauza: alimentarea rezervorului de fermentare cu volume mari de nămol (în mod normal se face de câteva ori pe zi) şi cu o concentraţie scăzută în material în suspensie.

Prevenirea şi remedierea se fac prin pomparea nămolului brut îngroşat suficient, cu o viteză mai mică şi o perioadă de timp mai lungă. Acest mod de alimentare are ca efect şi un consum mai scăzut de căldură.

Scăderea temperaturii în unităţile cu serpentine cu apă fierbinte. Cauza: după o perioadă de timp, în special dacă temperatura de încălzire a apei depăşeşte 55 °C, materialul solid din nămol poate adera pe serpentinele de încălzire, formând un strat gros izolator, care împiedică transferul de căldură către conţinutul rezervorului de fermentare.

Prevenirea şi remedierea se fac astfel: se curăţă suprafeţele serpentinelor. Această operaţie se face relativ cu uşurinţă, dar presupune golirea rezervoarelor de fermentare. Pentru a se evita acest inconvenient, se înlocuiesc serpentinele cu apă fierbinte cu sistemul cu recirculare externă a nămolului prin schimbătorul de căldură.

Scăderea producţiei de gaz fără variaţia temperaturii. Cauze: scăderea treptată a producţiei de gaz se poate datora mai multor cauze, printre care cele mai frecvente sunt următoarele:

— creşterea substanţială a grosimii crustei;

— acumularea unor mari cantităţi de nisip. Strângerea în rezervorul de fermentare a unui important volum de nisip poate fi remarcată chiar înainte de scăderea producţiei de gaz, prin dificultăţile ce se întâmpină la evacuarea nămolului fermentat;

— producerea unor cantităţi mari de acizi volatili, concentraţii ale acestora de peste 500 mg/l, indicate de *p*H-ul scăzut. Cantităţile sporite de acizi volatili se pot datora: supraîncărcării cu substanţe organice a rezervorului de fermentare; introducerii cu regularitate a unor reziduuri acide; introducerii metalelor toxice: cuprul, zincul, cromul, chiar în concentraţii scăzute pot avea un efect toxic asupra microorganismelor ce produc fermentarea; efectul acestora poate fi cumulativ şi poate trece neobservat o anumită perioadă de timp;

— încărcarea redusă a rezervoarelor de fermentare sau alimentarea cu nămol suprafermentat. Deşi această condiţie este neobişnuită, ea se poate manifesta în primele perioade de funcţionare, când instalaţia este, de obicei, subîncărcată.

Prevenirea şi remedierea se pot realiza pe mai multe căi:

— combaterea crustei;

— înlăturarea posibilităţilor de apariţie a nisipului în rezervorul de fermentare; o măsură permanentă şi eficientă este aceea de a înlătura nisipul înainte de ajungerea acestuia în decantorul primar, prin: echiparea staţiei cu deznisipatoare; exploatarea mai intensă a instalaţiilor de deznisipatoare existente; localizarea şi înlăturarea surselor concetrate de nisip.

O parte din nisip poate fi înlăturat cu nămolul fermentat, prin conducta de evacuare a nămolului, dar această operaţie se realizează cu dificultate.

Când în rezervorul de fermentare se acumulează o cantitate prea mare de nisip, se impune golirea şi curăţirea acestuia:

— evitarea producerii unor cantităţi prea mari de acizi volatili, prin:

— micşorarea încărcării organice, ca urmare a: eliminării sau reducerii conţinutului unor deşeuri industriale; măririi capacităţii de fermentare; funcţionării mai eficace a rezervoarelor de fermentare, prin aplicarea măsurilor prezentate la exploatarea normală;

— micşorarea conţinutului în reziduuri cu caracter acid, prin aplicarea unor metode de pretratare;

— eliminarea metalelor toxice prin pretratări locale la sursele de generare ale acestora. Dacă intervine o cantitate prea mare de elemente toxice, fermentarea este complet oprită. În această situaţie, este necesară golirea rezervorului de fermentare şi amorsarea din nou a procesului. Dacă în urma şocului toxic producţia de gaz nu s-a oprit complet, se poate redresa procesul de fermentare prin golirea unei cantităţi mari din conţinutul rezervorului de fermentare şi reumplerea acestuia. O asemenea măsură nu are nici o eficacitate dacă nu este combătută sursa elementelor toxice;

— adăugarea de var pentru a menţine între 6,8 şi 7,2 *p*H-ul;

— evitarea introducerii în rezervorul de fermentare a nămolului suprafermentat.

Controlul formării crustei consistente. Cauzele referitoare la formarea crustei sunt prezentate la exploatarea normală.

Prevenirea şi remedierea se realizează aplicând următoarele măsuri:

— eliminarea sau micşorarea cât mai mult posibil a conţinutului de uleiuri şi grăsimi şi a altor compuşi care fermentează greu; unele dintre aceste substanţe trebuie eliminate chiar de la sursa lor de apariţie (preepurări), altele pot fi micşorate cantitativ prin diverse mijloace în staţia de epurare (separatoare de grăsimi, flotaţie etc.);

— înlăturarea crustei şi a altor materiale prin gurile de acces ale rezervoarelor de fermentare. Uleiurile astfel îndepărtate trebuie arse, dacă este posibil, grăsimile şi alte materiale asemănătoare trebuie îngropate, iar produsele fibroase pot fi deshidratate pe paturi de uscare sau depozitare în locurile pentru evacuarea nămolurilor;

— amestecarea crustei cu conţinutul rezervorului de fermentare, pentru a obţine o fermentare cât mai completă. Amestecarea poate fi realizată prin unul sau mai multe mijloace, în funcţie de instalaţiile disponibile;

— recircularea externă a nămolului prin schimbătorul de căldură şi introducerea lui în rezervorul de fermentare, în partea superioară a acestuia, peste crustă; operaţia are ca efect mărirea temperaturii în partea superioară, ceea ce accelerează procesele de fermentare şi înmuierea crustei, ajutând în felul acesta la amestecarea mai uşoară a ei cu restul conţinutului;

— recircularea apei de nămol, cu o pompă de mare capacitate, în situaţia rezervoarelor de fermentare care nu au recirculare externă prin schimbătoare de căldură, în partea superioară a rezervorului şi împrăştierea ei peste crustă, cu ajutorul unor duze; acţiunea jeturilor de apă conduce la înmuierea crustei, uşurând amestecarea ei;

— amestecarea crustei cu conţinutul rezervorului de fermentare prin utilizarea unui agitator cu o mare capacitate de agitare;

— instalarea în partea superioară a rezervoarelor de fermentare a unor serpentine de încălzire suplimentare; surplusul de căldură poate să accelereze fermentarea produselor care se separă în partea superioară;

— recircularea prin diverse mijloace a gazelor de fermentaţie;

— evacuarea de gaze de fermentare la anumite intervale;

— utilizarea unor amestecătoare mecanice de spart cruste.

9.4.7. Controlul de laborator

Fermentarea nămolului este un proces biochimic destul de complicat. Conducerea acestui proces necesită efectuarea unor observaţii, măsurători şi determinări amănunţite asupra: nămolului brut care fermentează, conţinutului rezervoarelor de fermentare şi a produselor rezultate în urma fermentării. Atunci când se stabilesc operaţiile care trebuie realizate pentru conducerea şi controlul fermentării, trebuie avute în vedere o serie de elemente referitoare la: variabilitatea caracteristicilor cantitative şi calitative ale nămolului brut, felul şi numărul unităţilor de fermentare, calităţile cerute nămolului fermentat, apei de nămol şi gazului de fermentare. În condiţiile în care gazul de fermentare se foloseşte drept combustibil sau sursă de energie, de mare importanţă este volumul obţinut prin fermentare şi compoziţia.

Pentru exploatarea normală a procesului de fermentare, trebuie efectuate, în primul rând, determinări asupra conţinutului rezervorului de fermentare, care să evidenţieze: evoluţia fermentării; motivele unor rezultate neobişnuite; intervalele de timp în care să se evacueze apa de nămol şi nămolul fermentat; schimbările de reglaj necesare.

Dintre aceste determinări, se menţionează:

Temperatura. Influenţa deosebită a acestui parametru asupra fermentării a fost discutată la §. 9.4.2. Temperatura trebuie înregistrată zilnic, observaţiile obţinute fiind utile atât în controlul direct, de moment, cât şi în stabilirea unei strategii de exploatare pe termen mai lung.

*p*H-*ul*. Acest indicator exprimă poate cel mai bine modul în care decurg procesele biochimice de fermentare (v. § 9.6.2). Într-o exploatare normală, *p*H-ul nu trebuie măsurat mai des de o dată sau de două ori pe săptămână. În cazurile în care se remarcă situaţii mai deosebite, se vor face măsurători dese ale *p*H-ului şi se vor lua măsuri pentru revenirea la normal.

Procentul în substanţe volatile. Este poate indicatorul cel mai important, care exprimă evoluţia procesului de fermentare. Pe baza lui se hotărăşte când este terminat procesul de fermentare şi când este necesară evacuarea nămolului fermentat. În situaţiile în care fermentarea are loc în două trepte, pe baza determinărilor de substanţe volatile din nămolul rezervorului de fermentare din prima treaptă se stabileşte timpul necesar fermentării în treapta a doua. Frecvenţa cu care se realizează această determinare poate fi aceeaşi ca şi la *p*H.

Acizii volatili. Concentraţia acizilor volatili dă o indicaţie foarte utilă asupra evoluţiei fermentării, pe baza acesteia putându-se prevedea defecţiunile care ar putea apărea în viitor. Valorile concentraţiilor de acizi volatili sub 500 mg/l indică, de obicei, o evoluţie favorabilă a fermentării. În timpul stadiului acid al fermentării, acizii volatili pot atinge valori de câteva mii de miligrame la litru, dar la un nămol complet fermentat cu un supernatant cu caracteristici bune, concentraţia acestor acizi scade sub 300 mg/l. Dacă procesul de fermentare este stabil, o creştere a concentraţiei de acizi volatili indică un semn de pericol, o destabilizare a procesului; o scădere de la valori mari evidenţiază, de obicei, o îmbunătăţire a procesului. Ritmicitatea acestor determinări de acizi volatili poate fi de una – două pe săptămână.

Alcalinitatea în bicarbonat. Această determinare, împreună cu *p*H-ul şi cu concentraţia acizilor volatili, indică evoluţia procesului fermentativ. Limitele normale pentru un nămol bine fermentat sunt în jur de 1 800 mg/l sau mai scăzute. Ea se execută, de obicei, împreună cu *p*H-ul şi acizii volatili.

Caracteristicile fizice. Oricare nămol, în curs de fermentare, prelevat dintr-un rezervor de fermentare, are caracteristici fizice, culoare, aspect, miros proprii. Fiecare schimbare în caracteristicile fizice dă o indicaţie operatorului asupra modificărilor eventuale ale procesului.

Cantitatea de nămol evacuată. Pentru a aprecia cantitatea de nămol fermentat evacuat şi trimis la deshidratare sau transferat dintr-un rezervor în altul în cazul fermentării în două trepte, este necesară cunoaşterea volumului de nămol evacuat şi conţinutul acestuia în material uscat.

Producţia de gaz. Cantitatea de gaz produsă în timpul fermentării în fiecare rezervor de fermentare trebuie măsurată în mod continuu, iar totalul trebuie înregistrat zilnic. Abaterile de la valorile normale trebuie cercetate şi comparate cu rezultatele obţinute în încercările de laborator sau în alte cazuri cunoscute. Producţia de gaz scăzută poate indica ori o reducere a vitezei de fermentare, dintr-o cauză oarecare, ori terminarea procesului de fermentare ca urmare a scăderii conţinutului de material organic din nămol. Scăderea conţinutului de gaz constituie o bună indicaţie referitoare la unele prezenţe toxice (metale grele, substanţe organice inhibitoare etc.), iar creşterea masivă de gaz denotă o încărcare mare în substanţe organice fermentabile.

Compoziţia gazului. Pentru stabilirea compoziţiei gazului de fermentare se fac determinări referitoare la conţinutul de: metan, bioxid de carbon, hidrogen, hidrogen sulfurat. Aceste determinări nu se fac în mod curent. Ele sunt utile în situaţiile în care gazul de fermentaţie este utilizat ca sursă energetică în cuptoare sau motoare cu explozie.

Când gazul conţine mai mult de 30% bioxid de carbon, s-ar putea să nu ardă bine. Creşterea conţinutului de CO_2 este şi o indicaţie a unui proces de fermentare dezechilibrat. Este, de obicei, însoţit de o creştere a stratului de crustă.

Conţinutul în substanţe volatile. Această determinare indică cel mai bine sfârşitul fermentării, momentul în care nămolul trebuie evacuat din rezervoarele de fermentare. Nămolul bine fermentat trebuie să aibă un conţinut în substanţe volatile cuprins între 40 şi 50%.

9.5. Stabilizarea aerobă

Stabilizarea aerobă a nămolurilor constă, ca şi fermentarea anaerobă, dintr-un proces de degradare biologică a compuşilor organici uşor degradabili.

Procesul se deosebeşte de fermentarea anaerobă prin aceea că produşii fazei de solubilizare sunt asimilaţi de microorganisme în condiţii aerobe, ultimul acceptor de electroni fiind oxigenul atmosferic.

Stabilizarea aerobă se realizează în practică prin aerarea separată a nămolului primar sau/şi biologic în bazine deschise. Se foloseşte, de regulă, stabilizarea aerobă pentru prelucrarea nămolurilor biologice din staţii de epurare care nu au decantare primară, sau al căror nămol primar nu necesită sau nu se pretează la fermentare anaerobă.

Procesul implică oxidarea directă a materiilor organice biodegradabile, realizată de masa de organisme biologice active, precum şi oxidarea însăşi a materialului celular.

Această a doua fază, denumită respiraţia endogenă, este, de regulă, predominantă în instalaţiile de stabilizare aerobă.

Ca avantaje ale procedeului se citează:

— investiţia mai mică decât în cazul instalaţiilor de fermentare;
— exploatarea simplă;
— lipsa mirosurilor neplăcute;
— reducerea importantă a numărului germenilor patogeni;
— reducerea importantă a cantităţii de materii grase (extractibile).

Procedeul nu este lipsit de dezavantaje; dintre acestea cel mai important îl constituie cheltuielile de exploatare mari, consecinţa, în special, a consumului de energie.

Nămolul stabilizat aerob se deshidratează greu pe vacuum-filtre; în mod obişnuit, se aplică deshidratarea pe platforme cu strat drenant sau nămolul în stare lichidă este valorificat pe terenuri agricole.

Instalaţiile de stabilizare aerobă se dimensionează, de regulă, pentru durate de reţinere de 10–15 zile în cazul stabilizării nămolului biologic excedentar; în cazul în care se prelucrează şi nămoluri primare, se iau durate de reţinere mai mari.

9.6. Condiţionarea nămolului

Aducerea nămolurilor primare, secundare, brute sau stabilizate în categoria nămolurilor uşor filtrabile se realizează, în principal, prin condiţionarea chimică sau termică. Se pot obţine, teoretic, rezultate satisfăcătoare şi prin adaos de material inert (zgură, cenuşă, rumeguş etc.), dar acest procedeu prezintă dezavantajul de a creşte considerabil volumul de nămol ce trebuie prelucrat în continuare.

9.6.1. Condiţionarea chimică

Condiţionarea nămolului cu reactivi chimici este o metodă prin care se modifică structura acestuia, în scopul micşorării rezistenţei specifice de filtrare. Aplicarea sa a început o dată cu deshidratarea artificial–mecanică a nămolurilor la începutul secolului.

Pentru condiţionarea nămolului se folosesc o serie de *agenţi chimici*, care se pot grupa în trei categorii:

— minerali (sulfat de aluminiu, clorhidrat de aluminiu, clorură ferică, sulfat feros, sulfat de fier clorinat, oxid de calciu, extras de zgură metalurgică etc.);

— organici – polimeri sintetici (anionici, cationici, neionici);

— micşti – amestec de polimeri anionici sau neionici cu săruri minerale.

Reactivii cel mai des utilizaţi pentru condiţionarea nămolului sunt: clorura ferică şi varul, fiecare având un câmp de acţiune propriu: sulfatul feros clorinat este cel mai economic, dar are acţiune corosivă; sărurile de aluminiu, în special clorhidratul de aluminiu, sunt mai eficiente, mai puţin corosive, dar mai scumpe.

Dintre polimerii organici, cei cationici se pot utiliza singuri, iar cei anionici şi neionici împreună cu alţi agenţi de condiţionare, de obicei minerali. În general, dozele de polimeri organici sunt mult mai reduse decât la cei minerali, dar costul este încă ridicat.

Cu toate că fiecare nămol se condiţionează după o tehnologie proprie, se pot da câteva indicaţii referitoare la utilizarea agenţilor de condiţionare:

— varul poate fi folosit pentru nămolul brut greu, nămolul fermentat şi unele nămoluri diluate;

— clorura ferică şi sulfatul de aluminiu sunt, de cele mai multe ori, combinaţia cea mai economică pentru nămolurile cu alcalinitate scăzută şi cu conţinut ridicat în materii solide în suspensie;

— clorura ferică, sulfatul feric şi amestecul sulfatului de aluminiu cu clorura ferică sunt eficace pentru majoritatea nămolurilor fermentate anaerob şi condiţionate fizic prin spălare (elutriere);

— polimerii sintetici sunt deosebit de eficienţi pentru floculareа rapidă a suspensiilor dispersate;

— sulfatul feric şi clorura ferică, împreună cu varul sunt uneori eficienţi pentru nămolul activ evacuat excedentar sau pentru nămolul excedentar amestecat cu nămolul proaspăt.

Se recomandă a se folosi varul cu mult calciu sau varul dolomitic. Varul cu conţinut de magneziu nu este eficient şi tinde să colmateze mediul filtrant.

Recomandările de mai sus sunt cu totul generale, întrucât alegerea agenţilor de condiţionare şi doza optimă se fac pe baza determinărilor experimentale efectuate asupra fiecărui nămol.

Alegerea coagulantului se face prin urmărirea, în teste de laborator, a modificării rezistenţei specifice la filtrare în funcţie de doza de agenţi chimici (fig. 9.14). Se remarcă o scădere rapidă a rezistenţei specifice până la o valoare minimă, pe măsură ce se adaugă agentul de condiţionare, după care, adaosul suplimentar produce o înrăutăţire a filtrabilităţii.

Punctul de la care începe să crească rezistenţa specifică la filtrare cu cantitatea de coagulant introdusă, indică *doza maximă admisă* sau *limita tehnică* de scădere a rezistenţei specifice. Pentru fiecare tip de nămol şi pentru fiecare agent de condiţionare se determină astfel, pe cale experimentală, o *doză optimă*.

Doza optimă de agent de condiţionare se defineşte ca doza cea mai mică, care în condiţii de laborator produce un nămol cu o rezistenţă specifică la filtrare ce caracterizează trecerea de la nămolurile cu filtrabilitate medie la cele uşor filtrabile.

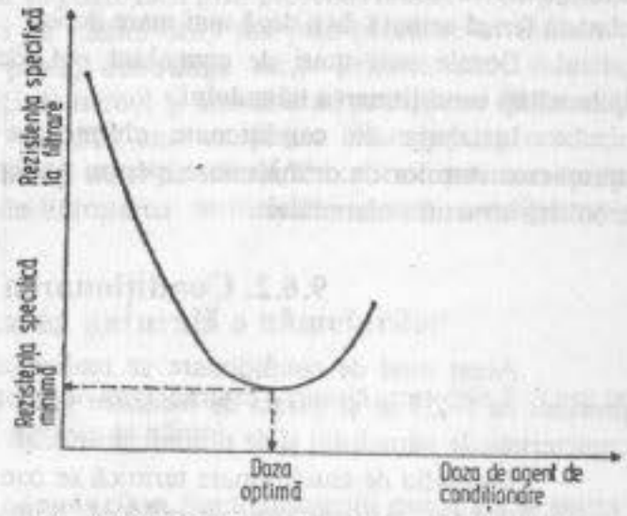


Fig. 9.14. Variaţia rezistenţei specifice cu doza de coagulant (stabilirea dozei optime).

În practica curentă a tratării nămolurilor nu se aplică doza maximă, întrucât se caută ca operaţia de condiţionare să fie economică, urmărindu-se în acest fel un optim al procesului.

Pentru verificarea condiţionării chimice, stabilirea dozei de agent de condiţionare, coagulantul cel mai indicat, se efectuează diferite *teste calitative* sau *cantitative*:

— j a r - t e s t u l poate oferi primele indicaţii calitative prin gradul de limpezire a lichidului separat, mărimea flocoanelor formate, viteza de depunere etc.; este necesar să se efectueze întotdeauna în aceleaşi condiţii de lucru, pentru a se putea face comparaţie între rezultate;

— t e s t u l p e p â l n i a f i l t r a n t ă este o metodă calitativă pentru determinarea efectului condiţionării; se măsoară volumul de filtrat scurs după o durată fixă de filtrare la aceeaşi diferenţă de presiune; se poate efectua testul şi prin stabilirea duratei de crăpare a turtei;

— r e z i s t e n ţ a s p e c i f i c ă l a f i l t r a r e şi variaţia ei cu doza de coagulant este metoda prin care se obţin date cantitative ce pot fi utilizate şi pentru calculul productivităţii utilajelor.

Condiţionarea chimică a nămolului în condiţii eficiente este legată şi de o altă serie de factori, care depind de *tehnologia de condiţionare*; între aceştia sunt: d u r a t a ş i i n t e n s i t a t e a a m e s t e c u l u i , o r d i n e a d e i n t r o d u c e r e a a g e n ţ i l o r c h i m i c i în cazul condiţionării mixte, d u r a t a d e t r a n s p o r t până la utilaj. Astfel, amestecarea coagulantului cu nămolul trebuie făcută foarte bine: ea durează, în mod normal, sub două minute. Nămolul condiţionat trebuie agitat liniştit în cuva de nămol, pentru a ajuta la formarea flocoanelor. De multe ori, agitarea intermitentă este mai bună; sunt situaţii în care se obţin însă rezultate mai bune prin agitare continuă. Aceste aspecte trebuie stabilite în practica exploatării, în funcţie de condiţiile proprii fiecărei staţii.

Când se foloseşte un amestec de coagulanţi,ordinea de adăugare şi cantităţile acestora au o importanţă mare pentru exploatarea procesului şi cost. De exemplu, este deseori mai eficient şi mai ieftin să se folosească o cantitate mică de clorură ferică urmată de o doză mai mare de var.

Dozele mai mari de coagulant pot, de multe ori, mări costul, fără a îmbunătăţi condiţionarea nămolului.

Instalaţia de condiţionare chimică a nămolurilor trebuie să fie în apropierea staţiilor de deshidratare, pentru a evita distanţele mari ce pot eventual modifica structura nămolului.

9.6.2. Condiţionarea termică

Acest mod de condiţionare se realizează la temperaturi de 100...200°C, presiuni de 1–2,5 at şi durata de încălzire până la 60 min, depinzând de tipul, de caracteristicile nămolului şi de procedeul utilizat.

Instalaţia de condiţionare termică se compune, în principal, din: *reactorul de condiţionare, schimbătorul de căldură, boilerul* pentru producerea aburului şi *decantorul*. În reactor are loc condiţionarea nămolului în condiţiile prevăzute mai sus, iar în schimbătorul de căldură se preîncălzeşte, cu aburul produs în boiler, nămolul înainte de a intra în reactor. Aburul de la boiler se utilizează şi pentru ridicarea temperaturii reactorului la 100...200°C. În decantor are loc separarea nămolului condiţionat.

Condiţionarea termică are următoarele avantaje: nu există mirosuri neplăcute în timpul condiţionării, nu sunt necesari reactivi şi rezultă un nămol sterilizat.

Din punct de vedere energetic, o instalaţie de condiţionare termică a nămolului are un consum de energie electrică de 3–4 kWh/m^3 nămol şi circa 5 l păcură/m^3 nămol pentru prepararea aburului.

9.6.3. Alte procedee de condiţionare

Condiţionarea prin îngheţare produce un efect similar cu condiţionarea termică. La temperaturi scăzute, structura nămolului se modifică, iar la dezgheţare cedează cu uşurinţă apa.

Condiţionarea cu material inert este un alt tip de condiţionare, care trebuie analizată pentru anumite tipuri de nămol şi surse de materiale inerte locale; fie pentru creşterea puterii calorice a nămolului (în cazul incinerării), fie pentru valorificarea nămolului (agricolă, ameliorarea solului etc.).

9.7. Deshidratarea nămolurilor

Deshidratarea nămolurilor se poate face prin procedee naturale (pe platforme de uscare a nămolului, iazuri de nămol etc.) sau prin procedee artificiale – mecanice (vacuum–filtre, filtre presă, centrifuge etc.). Primele sunt folosite, îndeosebi, pentru cantităţi mai mici de nămol şi atunci când se dispune de teren şi condiţiile locale corespunzătoare realizării unor asemenea construcţii; procedeele artificiale sunt utilizate pentru cantităţi mari de nămol. Procedeele naturale nu au nevoie de tratări preliminare; deshidratarea artificială necesită condiţionarea nămolului.

9.7.1. Deshidratarea naturală a nămolurilor

Cele mai cunoscute procedee de deshidratare naturală sunt cele în care se utilizează platformele de uscare şi iazurile de nămol.

Platformele de uscare a nămolurilor. Sunt construcţii executate la suprafaţa solului, caracterizate, îndeosebi, prin natura stratului de susţinere. Dacă solul este permeabil şi nu există pericolul infectării stratului acvifer, stratul de susţinere are rolul de a colecta (drena) apa din nămol. Platforme cu strat de susţinere impermeabil sunt executate numai când există pericolul pătrunderii apei de nămol în stratul acvifer. Deshidratarea se realizează datorită infiltrării (drenării) şi evaporării apei din nămol.

Folosirea acestui procedeu de deshidratare este condiţionată, îndeosebi, de obţinerea suprafeţelor necesare, de posibilitatea distribuţiei nămolului pe platforme pe cât posibil prin gravitaţie, precum şi de numărul locuitorilor deserviţi; astfel, la un număr de locuitori deserviţi mai mare de 15 000–20 000 locuitori, costul suprafeţei necesare platformelor precum şi al celorlalte instalaţii şi utilaje este relativ mare şi devine avantajoasă folosirea procedeelor de deshidratare artificială.

Condiţiile climatice şi poziţia geografică influenţează, de asemenea, în mare măsură, alegerea procedeului de deshidratare; în acest sens, platformele de uscare sunt avantajoase în zonele cu precipitaţii mici şi cu perioade cât mai scurte de îngheţ, deoarece pot fi folosite în tot timpul anului.

Straturile de susţinere drenante se alcătuiesc dintr-un strat de zgură, pietriş sau piatră spartă în grosime de 0,2 m şi dimensiunile granulelor de 7–30 mm, peste care se aşază un strat de nisip cu grosimea de 0,2 m şi dimensiunea particulelor de 0,2–0,5 mm. Uneori, se recomandă ca dimensiunea particulelor să fie cuprinsă între 0,3 şi 0,75 mm. În locul stratului de nisip se poate aşeza un strat de beton de 0,15 m grosime, cu interspaţii pentru colectarea apei. Pentru terenuri impermeabile, apa colectată de stratul de susţinere este evacuată prin tuburi de drenaj cu diametrul

de 75–150 mm, montate la adâncimea de îngheţ în tranşee umplute cu piatră; panta drenurilor variază între 2 şi 5%, iar distanţa dintre ele este cuprinsă între 5,00 şi 10,0 m.

Platformele impermeabile se execută pe straturi de argilă de 20–30 cm grosime, sau din beton în grosime de 10 cm, peste care se aşază stratul de susţinere drenant.

Lăţimea platformelor trebuie să rămână sub 4,0–6,0 m pentru cele cu curăţire manuală, putând ajunge până la 20,0 m pentru cele cu curăţire mecanică.

În ceea ce priveşte lungimea, valori cuprinse între 15,0–45,0 m sunt uzuale, însă, în general, aceasta nu este limitată.

Accesul nămolului pe platforme se face prin tuburi de oţel având diametrul minimum 150 mm; pentru platformele de dimensiuni mai mici, accesul se poate face prin jgheaburi, având, de obicei, în secţiune transversală formă semicirculară.

Exploatare şi întreţinere. Pentru exploatarea normală a platformelor de nămol se recomandă următoarele:

— alimentarea cu nămol a platformelor cu vanele de pe conductele de alimentare deschise la maximum, pentru ca debitul să fie mai mare şi să împingă eventualele dopuri care s-au format pe conducte; după ce s-a stabilit curgerea normală, debitul trebuie micşorat, pentru a nu degrada terenul de uscare, în zona evacuării;

— spălarea conductelor de alimentare după terminarea operaţiei de umplere a platformei de apă epurată, pentru a evita formarea de dopuri prin depunerea nămolului. Această operaţie împiedică dezvoltarea unor presiuni interne în conducta de evacuare, datorită gazelor care se degajă la fermentarea nămolului şi care nu au unde să fie eliminate. La spălarea conductelor de alimentare trebuie luate toate măsurile necesare evitării producerii exploziilor datorită gazelor care ar putea fi eliminate;

— introducerea nămolului pe platformă într-un strat a cărui grosime să nu depăşească 20–25 cm, pentru a se putea deshidrata în circa 15–20 zile. Conform recomandărilor, în acest interval umiditatea nămolului ar trebui să scadă la circa 60–65% sau chiar mai mult. În unele situaţii, durata de deshidratare poate fi diferită, fiind mult influenţată de condiţiile meteo;

— evacuarea nămolului, respectiv curăţirea platformelor după ce acesta s-a deshidratat. Operaţia de evacuare se poate face mecanic sau manual. Pentru platformele de dimensiuni mici, curăţirea se face cu lopata, iar evacuarea cu roaba sau vagonetul. Pe platformele betonate se folosesc, de regulă, mijloace mecanizate; curăţirea şi încărcarea se realizează cu maşini speciale cu benzi transportoare, excavatoare sau alte asemenea utilaje pentru evacuare (camioane, electrocare etc.);

— pregătirea platformei pentru o nouă deshidratare înaintea fiecărei operaţii de alimentare a nămolului. Pentru aceasta, stratul drenant de nisip trebuie

greblat, afânat pentru o mai bună drenare a apei şi apoi nivelat; în acelaşi timp se înlătură toate buruienile. Deoarece o dată cu buruienile se înlătură şi o parte din nisip, stratul de nisip trebuie completat de câteva ori pe an.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Bălţirea apei de nămol în unele zone ale platformei. Cauza: colmatarea stratului filtrant de deasupra drenului şi chiar colmatarea drenurilor.

Prevenirea şi remedierea se realizează prin curăţirea drenurilor şi a stratului filtrant, prin îndepărtarea drenurilor şi spălarea cu un jet puternic de apă; uneori, este preferabil să se înlocuiască materialul filtrant.

Formarea gropilor în dreptul gurilor de descărcare. Cauza: degradarea saltelei de disipare a energiei din dreptul gurii de descărcare a nămolului.

Remedierea se realizează prin repararea saltelei de disipare a energiei.

Înfundarea conductelor dinaintea gurilor de descărcare. Cauza: nu se spală conductele după alimentarea platformelor sau nu se deschid vanele complet.

Prevenirea şi remedierea se realizează astfel: alimentarea trebuie să se facă cu vanele deschise la maximum şi să se spele conductele după alimentare. Dacă înfundarea s-a produs, desfundarea se poate face numai cu o tijă sau închizând toate vanele, lăsând-o deschisă numai pe cea înfundată şi pompând un debit maxim de nămol.

Iazuri de nămol. Dacă condiţiile locale permit, depresiunile naturale folosite la cariere de nisip sau cărămidă etc. pot fi folosite pentru uscarea nămolului. Dacă solul nu este suficient de permeabil, sunt construite preaplinuri pentru evacarea apei din nămol. La câţiva ani o dată, iazurile trebuie golite de nămol.

9.7.2. Deshidratarea artificială a nămolurilor

Deshidratarea artificială a nămolurilor se realizează prin procedee statice (vacuum–filtre, filtre–presă) sau procedee dinamice (centrifuge).

Principalele avantaje ale procedeelor de deshidratare artificială sunt:

— durata scurtă a procesului;

— suprafaţa mică necesară pentru utilaje;

— lipsa de influenţă a inhibitorilor asupra procesului de deshidratare.

Dintre dezavantaje semnalăm:

— condiţionarea prealabilă a nămolului (costuri de exploatare);

— influenţa nulă asupra potenţialului patogen;

— limitarea aplicării ulterioare a incinerării prin creşterea conţinutului mineral al nămolului, în cazul condiţionării cu săruri minerale;

— valoarea fertilizantă scăzută a nămolului deshidratat.

Dintre procedeele de deshidratare artificială se prezintă cele cu largă aplicabilitate: vacuum–filtre, filtre–presă şi centrifuge.

Filtrul cu vid (vacuum–filtrul). Filtrarea sub vacuum este procedeul tehnic cel mai răspândit pentru deshidratarea artificială a nămolului.

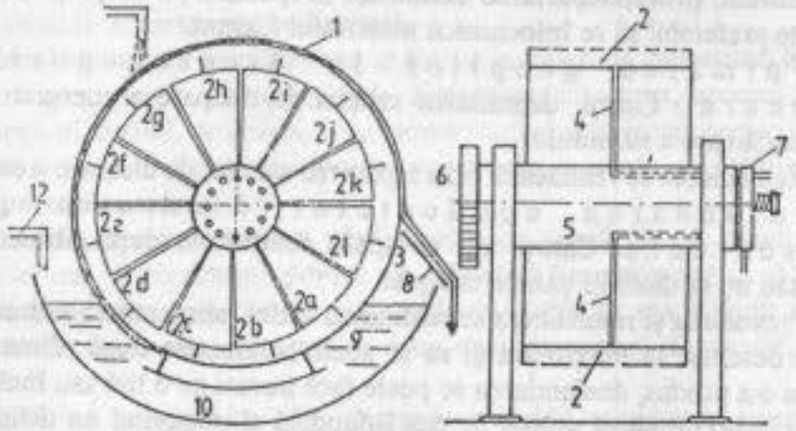


Fig. 9.15. Vacuum-filtru:

a – schema vacuum-filtrului cu tambur rotativ: *1* – tambur; *2* – celule; *3* – pânza filtrului; *4* – tuburi de legătură; *5* – arbore; *6* – roată dinţată; *7* – cap de distribuţie; *8* – cuţit raclor; *9* – cuvă; *10* – agitator; *11* – conductă pentru apa de spălare; *12* – conductă pentru alimentarea cu nămol;

b – schema capului de distribuţie: *1* – disc mobil; *2* – disc fix; *3* – conductă pentru ieşirea filtrului; *4* – conducta pentru ieşirea apei de spălare; *5* – conducta pentru aerul comprimat.

Vacuum–filtrul constă din mai multe părţi componente (fig. 9.15):

— *tamburul* este format din doi cilindri orizontali coaxiali, destul de apropiaţi între ei. Cilindrul exterior are găuri (rotunde sau pătrate), peste care se întinde pânza filtrantă. Spaţiul inelar dintre cei doi cilindri este despărţit în lungul tamburului într-un număr de celule (5–20) de către pereţii radiali. Fiecare celulă funcţionează în mod independent şi poate fi supusă la compresiuni şi depresiuni diferite;

— *tuburile de legătură* fac legătura între fiecare celulă şi capul de distribuţie a aerului. Tuburile pornesc de la celulă şi ajung paralel cu axa de rotaţie la una dintre extremităţile tamburului unde este instalat şi capul de distribuţie;

— *arborele* susţine tamburul pe lagăre puternice; are la un capăt o roată dinţată de acţionare, iar la celălalt, capul de distribuţie;

— *capul de distribuţie* are rolul de a face legătura dintre celulele tamburului şi conductele de vid sau de aer comprimat;

— *cuţitul raclor* este cel cu ajutorul căruia se desprinde materialul filtrat. Acest cuţit este aşezat la o distanţă convenabilă şi reglabilă de tambur şi paralel cu generatoarea acestuia;

— *pânza filtrantă* este cea cu ajutorul căreia se realizează deshidratarea;

— *cuva* este cea în care se roteşte tamburul şi în care se aduce nămolul care trebuie filtrat. Nămolul din cuvă trebuie agitat permanent, pentru a se menţine materialul solid în suspensie.

Instalaţia de filtrare este completată cu: rezervoarele pentru nămol şi pentru agenţii de condiţionare, vasul de amestecare a nămolului cu agentul de condiţionare, pompă de vid, compresor, rezervor pentru apa de spălare etc.

Tamburul, ale cărui diametru şi lungime variază între 1,5 şi 2,5 m, respectiv 1 şi 2 m, este scufundat în cuva de nămol (circa 15–40% din suprafaţa lui laterală) şi se roteşte cu circa 1 rot./min. Prin rotirea şi trecerea celulelor tamburului prin cuva de nămol şi apoi prin diferite faze de compresie şi depresie se realizează următoarele:

— aspirarea nămolului pe suprafaţa filtrantă;

— deshidratarea nămolului datorită vidului;

— spălarea turtei prin stropire cu apă;

— aspiraţia apei de spălare;

— slăbirea aderenţei nămolului deshidratat la pânza filtrantă prin insuflare de aer;

— desprinderea şi evacuarea turtei cu ajutorul cuţitului raclor;

— regenerarea pânzei filtrante prin insuflare de aer.

Consumul total de energie al vacuum–filtrului poate fi considerat, în general, la 6 kWh/m^3 nămol supus filtrării. Nămolul supus filtrării se condiţionează în prealabil. Fiecare tip de nămol se condiţionează în felul său (v. § 9.6).

Pânza filtrantă se execută din ţesătură de bumbac, lână, fire sintetice etc. Uneori se pot folosi şi ţesături metalice. Durata de filtrare a unei pânze este în funcţie de materialul din care este făcută; în medie, această durată este de 1–2 luni.

Productivitatea vacuum–filtrelor variază între 10 şi 30 kg materiale solide totale uscate/$m^3 \cdot h$.

După filtrarea pe vacuum–filtru, umiditatea nămolului coboară la 65–70%.

Utilizarea vacuum–filtrelor pentru deshidratarea nămolului prezintă o serie de avantaje, cum ar fi: funcţionarea în regim continuu şi productivitatea ridicată, supravegherea uşoară, deoarece formarea şi descărcarea turtei sunt vizibile.

Dintre dezavantaje se semnalează: consumul ridicat de energie, costul mare al investiţiei, necesitatea unui echipament auxiliar complex şi zgomotos, necesitatea controlului permanent al poziţiei cuţitului raclor, umiditatea destul de ridicată a turtei.

Exploatare şi întreţinere. O bună exploatare a vacuum–filtrelor, ca de altfel a tuturor utilajelor de deshidratare mecanică, trebuie să urmărească:

— productivitatea crescută şi randamentul ridicat de înlăturare a apei;

— economia de muncă;

— calitatea superioară a materialului deshidratat.

Pentru realizarea acestora, nămolul supus filtrării trebuie să aibă, în primul rând, condiţionare chimică sau de altă natură, adecvată.

În general, se ştie că randamentul utilajelor de deshidratare creşte pe măsură ce creşte concentraţia materiilor solide din nămol. Această relaţie nu este direct proporţională, dar în unele cazuri ar putea fi.

Exploatarea vacuum–filtrelor trebuie să urmărească adâncimea de scufundare a tamburului în cuva de nămol, viteza de rotire a tamburului, vidul aplicat, materialul filtrant utilizat, reglarea cuţitului etc.

Adâncimea de cufundare şi viteza de rotire a tamburului trebuie stabilite prin determinări experimentale. Aceste determinări au dovedit că, cu cât viteza tamburului este mai mare, în cadrul unor limite impuse de caracteristicile nămolului, se obţine un randament de deshidratare mai ridicat.

Vacuumul cel mai eficient din punct de vedere al randamentului filtrului şi al calităţii turtei este cuprins între 30 şi 40 cm coloană de mercur.

Cu cât creşte vacuumul este mai mare şi randamentul, însă această creştere nu este justificată de costul suplimentar.

Materialul filtrant se alege după criteriile de rezistenţă a materialului şi după tipul utilajului. Durata de utilizare a pânzei filtrante poate depăşi 3 000 h pentru ţesături sintetice.

Materialul filtrant este curăţat în mod automat cu un curent de apă, imediat ce nămolul s-a desprins de pe filtru. Trebuie avut grijă permanent ca materialul filtrant să nu se colmateze şi să fie urmărită starea lui de uzură.

Cuţitul raclor care îndepărtează nămolul se reglează în aşa fel încât să nu contribuie la uzura pânzei, dar nici să nu rămână nămol neîndepărtat.

Întreţinerea părţilor mecanice ale vacuum–filtrului se face în conformitate cu instrucţiunile uzinei furnizoare. O atenţie deosebită trebuie să se acorde întreţinerii vaselor de preparare, conductelor şi pompelor pentru agenţii de condiţionare, întrucât aceştia sunt foarte corosivi. Se impune totuşi, această supraveghere, cu toate că, în general, sunt luate măsuri de protecţie corespunzătoare.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

Creşterea conţinutului de umiditate a nămolului filtrat. Cauze: colmatarea pânzei filtrante sau defecţiuni mecanice. Remedierile se realizează în modul următor: se opreşte filtrul şi se spală pânza filtrantă cu un curent de apă sub presiune mare. Dacă nu se remediază situaţia, se procedează în felul următor: se goleşte cuva de nămol şi se introduce în cuvă o soluţie de detergent în apă; se roteşte filtrul câteva ore, până ce nămolul de pe pânza filtrantă este muiat; se spală pânza cu un curent de apă sub presiune.

Defecţiunile mecanice se remediază de echipe speciale.

Înfundarea conductelor de nămol. Cauze: depunerea nămolului în anumite zone de nămol ale conductelor. Remedierea se face în acelaşi mod ca la platformele de nămol (v. § 9.7.1).

Determinări şi înregistrări. Pentru buna funcţionare a vacuum–filtrului se fac următoarele determinări şi înregistrări:

— caracteristicile nămolului înainte de condiţionare: umiditate, concentraţie în suspensie etc.;

— dozele de agenţi de coagulare;

— caracteristicile nămolului condiţionat;

— determinări referitoare la performanţele utilajului (eficienţă de deshidratare, consumul de energie, materiale şi manoperă); deficienţe, modul de rezolvare.

Filtrul–presă. Este un utilaj alcătuit din următoarele părţi componente:

— *un postament* rezistent, prevăzut cu două bare orizontale pentru susţinerea elementelor filtrante;

— *elementele filtrante* susţinute prin umerii lor de barele postamentului;

— *un dispozitiv* (şurub sau presă hidraulică) pentru strângerea elementelor filtrante într-un bloc etanş, etanşare care se face cu ajutorul pânzelor filtrante întinse între elementele filtrante.

Un element filtrant este o placă circulară sau pătrată relativ subţire, cu marginile înguste şi cu ambele feţe striate (fig. 9.16).

O deschidere centrală în fiecare placă filtrantă serveşte pentru intrarea nămolului şi repartizarea în spaţiile (camerele) care se formează, după strângerea filtrului, între două elemente filtrante vecine.

În partea inferioară a fiecărei plăci filtrante, pe ambele feţe, sunt prevăzute guri care comunică cu o ţeavă scurtă cu robinet, pentru evacuarea filtratului; pe feţele fiecărei plăci se întind pânze filtrante, având câte o gaură în dreptul deschiderii centrale de alimentare cu nămol. Fixarea etanşă a celor două pânze ale fiecărei plăci pe deschiderea centrală se face prin brăţări metalice; într-o altă variantă, cele două pânze sunt reunite printr-o scurtă manşetă, tot din pânză.

Dimensiunile plăcilor filtrante pot ajunge la 1,5×1,5 m; un filtru este construit din 30; 40; 50; 60 şi chiar 100 de camere. Volumul util pentru 100 asemenea camere poate fi de 10 m^3, respectiv o suprafaţă de filtrare de aproximativ 400 m^2.

După montarea plăcilor, întinderea pânzelor filtrante (care servesc şi ca garnituri de etanşare) şi strângerea într-un loc etanş, filtrul poate fi pus în funcţiune.

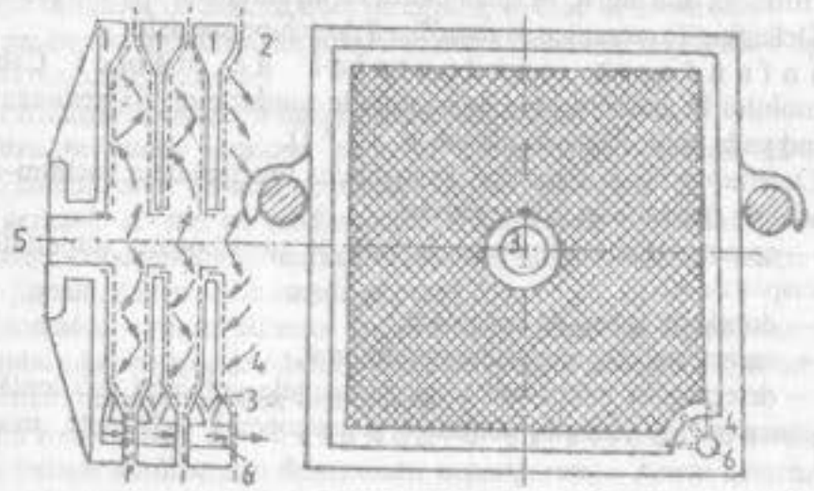


Fig. 9.16. Filtru-presă:
1 – elemente (plăci) filtrante; *2* – pânza filtrantă; *3* – deschideri centrale pentru alimentare cu suspensie; *4* – deschideri pentru evacuarea filtratului; *5* – racord de alimentare cu suspensie şi apă de spălare; *6* – ţevi cu robinete pentru colectarea şi evacuarea filtratului.

Nămolul este pompat sub presiune în filtru, unde se repartizează în camerele dintre plăci, turta se depune pe pânză, iar filtratul trece prin pânză, se prelinge prin canalele de pe feţele striate ale plăcilor, apoi prin ţeava şi robinetul de evacuare al fiecărei plăci şi este colectat într-o rigolă montată sub elementele filtrante.

Presiunea de lucru variază de le 6 la 8 at în funcţie de grosimea turtei de nămol (2–5 cm) şi caracteristicile nămolului. Durata unui ciclu de filtrare este de la

1 la 2 h. După terminarea filtrării, filtrul se desface pentru evacuarea turtei, după care se spală pereţii şi se montează la loc pentru o altă operaţie.

Capacitatea de filtrare este cuprinsă între 5 şi 15 kg materie solidă totală/m^2-h. Umiditatea turtei ajunge la 50–65%, iar consumul de energie este de circa 3 kWh/m^3 nămol.

Filtrele–presă se utilizează la deshidratarea nămolurilor datorită avantajelor pe care le oferă: concentrarea unei suprafeţe mari de filtrare într-un spaţiu mic; obţinerea unor turte cu o umiditate scăzută; deservire uşoară; posibilitatea filtrării unor nămoluri cu concentraţie de material solid, care variază în limite largi; necesar redus de agenţi de condiţionare.

Printre dezavantaje sunt: funcţionare discontunuă (şarje), productivitate scăzută, manoperă multă.

În ultimul timp, datorită automatizărilor, filtrele–presă, care la un moment dat pierduseră teren datorită vacuum–filtrelor, au început să fie din nou utilizate, în primul rând datorită consumului energetic de circa două ori mai mic decât a vacuum–filtrelor şi datorită deshidratării mai bune pe care o realizează.

Exploatarea, întreţinerea, deficienţele, determinările şi înregistrările sunt, în mare, aceleaşi ca şi la vacuum–filtru.

Se recomandă, pentru evitarea colmatării diferitelor componente ale filtrului, spălarea periodică a pieselor acestuia.

Centrifuga. Utilizarea centrifugelor pentru deshidratarea nămolurilor rezultate de la epurarea apelor uzate şi-a mărit frecvenţa în ultimii ani datorită realizării de utilaje cu performanţe ridicate şi eficienţei bune de deshidratare, mai ales datorită folosirii polimerilor organici ca agenţi de condiţionare.

Deshidratarea prin centrifugare poate fi definită ca o decantare accelerată sub influenţa unui câmp centrifugal mult mai mare decât forţa gravitaţională. Factorii care influenţează sedimentarea centrifugală sunt aceiaşi ca şi la sedimentarea convenţională.

Cel mai folosit utilaj de acest tip este centrifuga decantoare. În fig. 9.17 se prezintă schema unei centrifuge decantoare convenţionale. Aceasta se compune dintr-un *tambur cilindro-conic* de forma unui glonţ care se învârteşte cu o viteză mare şi un *şnec elicoidal* (transportor) pentru evacuarea turtei; şnecul se învârteşte cu o viteză mai mică decât cea a tamburului. Nămolul este pompat printr-o conductă centrală în interiorul tamburului care se învârteşte şi unde, datorită forţei centrifuge este proiectat pe peretele interior al acestuia. Solidele din nămol „se lipesc" de perete, iar lichidul rămâne deasupra. Solidele depuse se evacuează cu ajutorul şnecului. Lichidul lipsit de solide se evacuează din centrifugă pe partea opusă celei pe care se scot solidele.

Utilizarea centrifugelor pentru deshidratare este recomandată datorită următoarelor avantaje: flexibilitate mare în exploatare, grad mare de automatizare, necesar redus de spaţiu şi personal, productivitate ridicată. Totuşi centrifugele au şi unele dezavantaje: consum relativ mare de energie, în comparaţie cu filtrele (3–6 kWh/m^3 nămol); necesar mare de agenţi de condiţionare; obţinerea unor turte cu o umiditate mai mare (70–75%); produc mult zgomot şi vibraţii, necesitând instalarea pe suporţi adecvaţi.

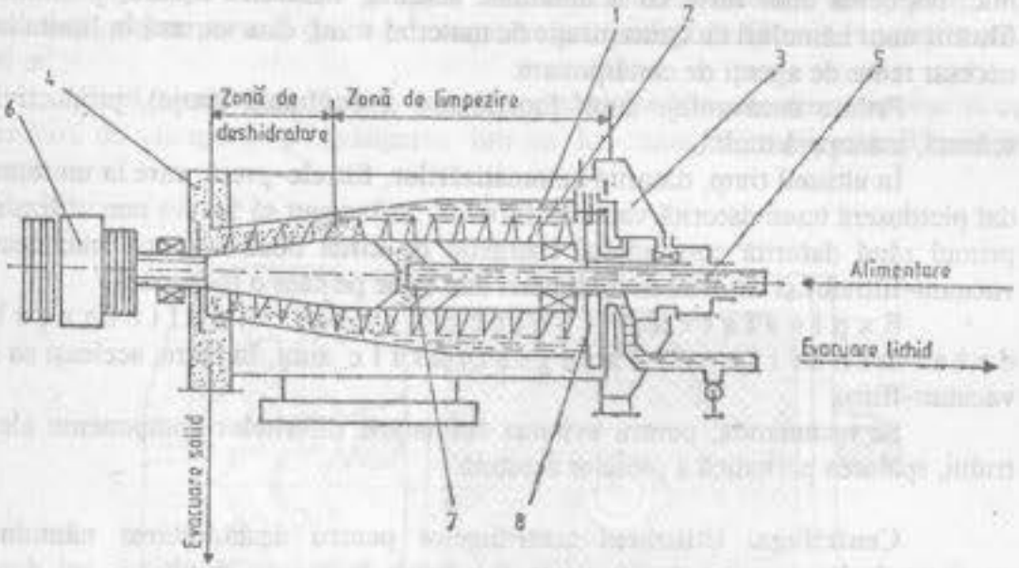


Fig. 9.17. Decantor centrifugal:
1 – tambur; *2* – transportor elicoidal (şnec); *3* – cameră de evacuare lichid; *4*– cameră de evacuare solid; *5* – gură de alimentare; *6* – reductor; *7* – duze; *8* – inel de reglare.

Exploatare şi întreţinere. Exploatarea în bune condiţii a centrifugelor este asigurată de o condiţionare satisfăcătoare a nămolului supus deshidratării. Pentru condiţionare sunt necesari, în general, polielectroliţi organici folosiţi în doze relativ mari. Înainte de punerea în funcţiune a centrifugelor, trebuie realizat un mare număr de teste pentru alegerea parametrilor utilajelor. După stabilirea parametrilor de exploatare, aceştia trebuie respectaţi, pentru realizarea unui cât mai mare grad de recuperare a solidelor.

Creşterea gradului de recuperare a solidelor din nămol se poate realiza prin descreşterea debitelor de alimentare, creşterea consistenţei nămolului de alimentare, creşterea temperaturii şi a dozei de agenţi de condiţionare.

Creşterea gradului de deshidratare a nămolului se poate realiza prin scăderea debitului de alimentare sau creşterea temperaturii, chiar şi fără adaos de coagulanţi.

Când într-o staţie de epurare se instalează mai multe centrifuge, este recomandabil ca ele să fie de acelaşi tip şi cu aceiaşi parametri, pentru a asigura o mare flexibilitate a exploatării şi întreţinerii.

Deranjamente în exploatare. Acestea pot fi diferite.

E v a c u a r e a d e n ă m o l p r i n g u r a d e e v a c u a r e a l i c h i d u l u i. Cauze: condiţionarea nămolului necorespunzătoare; umiditatea prea mare a nămolului; blocarea şnecului datorită uzurii rulmentului de pe axul central sau slăbirii arcurilor de strângere de pe axul tamburului. Remedierile se fac în felul următor:

— refacerea testelor de condiţionare, eventual mărirea dozelor de reactivi sau utilizarea altor agenţi de condiţionare;

— înlocuirea rulmentului, respectiv a arcurilor.

E v a c u a r e a d e l i c h i d t u l b u r e. Cauze: condiţionarea necorespunzătoare a nămolului; debitul de nămol de alimentare prea mare; viteza relativă între şnec (transportorul elicoidal) şi tambur prea mare; adâncimea de sedimentare prea mică.

Remedierile se fac în felul următor:

— refacerea testelor referitoare la condiţionare;

— reducerea debitului de alimentare a nămolului;

— reglarea vitezei relative dintre tambur şi şnec;

— utilizarea unui tambur cu diametru mai mare.

E v a c u a r e a d e t u r t ă c u u m i d i t a t e m a r e. Cauze: unghiul de conicitate a şnecului este prea mic; viteza relativă a şnecului faţă de tambur este prea mare.

Remedierile se fac prin înlocuirea şnecului cu altul cu o conicitate mai mare şi a fuliilor de antrenare cu unele care să asigure o viteză mai mică.

A l u n e c a r e a c u r e l e i d e a n t r e n a r e p e f u l i i. Cauze: deteriorarea rulmenţilor tamburului.

Remedierea se face prin înlocuirea rulmenţilor defecţi.

9.8. Valorificarea şi evacuarea finală

Problema valorificării nămolurilor şi a depozitării finale a celor care nu-şi găsesc în prezent nici o utilizare este deosebit de amplă şi complexă, impunându-se pentru fiecare situaţie găsirea unor soluţii şi tehnologii adecvate.

Principalele direcţii de valorificare a nămolurilor vizează, în principal, valorificarea tehnologică (recuperarea produselor utile în procesele de producţie industriale), valorificarea energetică (ca resurse secundare şi regenerabile de energie) şi valorificarea în producţia vegetală şi animală (îngrăşăminte, amendamente, furaje etc.).

9.8.1. Recuperarea de metale

Cea mai mare parte dintre nămolurile de precipitare provenite de la staţiile de epurare a secţiilor de acoperiri galvanice conţin mari cantităţi de metale sub formă de hidroxizi. În funcţie de procesul tehnologic, aceşti hidroxizi pot fi: de crom, nichel, cadmiu, zinc, cupru etc.

Cantitatea de nămol care se separă în urma epurării apelor uzate depinde de: sistemul de spălare a pieselor prelucrate, volumul şi concentraţia sărurilor în apele de spălare, precum şi de eficienţa proceselor de epurare şi prelucrare a nămolului separat.

Recuperarea metalului din nămolurile cu conţinut de săruri metalice se poate realiza fie în cadrul unităţii în care se produce nămolul, fie în unităţi speciale de profil.

Realizarea recuperării local sau în unităţi speciale depinde de o serie de factori, cum ar fi: costul investiţiei necesare recuperării, calitatea produsului obţinut în comparaţie cu exigenţele de puritate impuse de tehnologia de bază. În cele mai multe cazuri, pentru întreprinderile mici, recuperarea locală nu este economică; se poate, totuşi, pune problema regionalizării prelucrării, prin realizarea unor instalaţii centralizate pe anumite platforme industriale. În acest caz, o componentă importantă a costurilor o reprezintă transportul.

Valorificarea metalelor din nămoluri se poate face şi în întreprinderile metalurgice şi chimice, dar în această situaţie se cere ca nămolul să respecte anumiţi parametri de calitate (umiditate, concentraţie în elementele utile), care să nu modifice bilanţurile, în special energetice de prelucrare a minereurilor.

9.8.2. Materiale de construcţii

O serie de nămoluri conţin produşi cu caracter toxic sau inhibitori pentru procesele naturale, motiv pentru care se încearcă fixarea lor prin procedee chimice în materiale solide, care să fie utilizate la anumite construcţii. Între acestea sunt: nămolurile cu conţinut de metale (crom, nichel etc.), sub limita la care recuperarea ar fi economică, nămolurile din industria de preparaţie carboniferă, cenuşa de termocentrale etc.

Şlamul de carbid depozitat în halde poate fi utilizat ca înlocuitor al varului, întrucât are un conţinut ridicat de oxid de calciu. Din nămolul cu conţinut de fibre de celuloză rezultat din epurarea apelor uzate din industria celulozei şi hârtiei, în amestec cu deşeuri de cauciuc sau nămol cu polimeri organici, se pot obţine asfalturi.

9.8.3. Valorificarea agricolă

În cadrul unei staţii de epurare se dispune de mai multe surse de nămol ce se pot valorifica pentru agricultură: nămol în stare lichidă, nămol deshidratat, nămol uscat, cenuşă de la incinerarea nămolului.

Aceste nămoluri conţin cantităţi diverse de substanţe şi elemente utile pentru agricultură: materie organică, elemente fertilizante (N, P, K) şi microelemente (fier, mangan, cupru, molibden etc.). În acelaşi timp, nămolurile pot conţine şi o serie de elemente şi substanţe nedorite, care, depăşind o anumită concentraţie, pot deveni dăunătoare atât pentru sol şi plante, cât şi pentru apele de suprafaţă şi subterane. În această categorie intră metalele toxice, microorganismele patogene şi compuşii organici persistenţi.

Din punct de vedere al provenienţei apei uzate, sunt recomandate şi utilizate pentru agricultură următoarele categorii de nămoluri şi dejecţii: nămoluri de la epurarea apelor uzate de la fabricile de lapte şi produse lactate, de conserve de carne şi legume, de băuturi răcoritoare, zahăr, amidon, glucoză, spirt, drojdie, bere, precum şi de la abatoare, topitorii de in şi cânepă, tăbăcării şi ferme de animale.

Unele dintre aceste nămoluri pot fi utilizate în sprijinul producţiei vegetale, fără a impune măsuri deosebite de protecţie a mediului înconjurător, fiind lipsite de substanţe toxice sau microorganisme patogene; este cazul apelor uzate şi al nămolurilor din industria alimentară, spirt, drojdie, fabrici de zahăr etc.

Pentru alte categorii, ca dejecţii de la ferme zootehnice, de la tăbăcării, amestec de ape uzate industriale şi menajere, se pune problema adoptării de măsuri şi tehnologii adecvate pentru diminuarea riscului.

Pentru înlăturarea pericolului de infectare a solului, culturilor, apelor freatice etc. cu germeni patogeni, ouă de paraziţi etc. prin utilizarea nămolului ca fertilizant agricol, trebuie luate o serie de măsuri de micşorare a potenţialului infecţios.

Posibilitatea de diminuare sau distrugere a potenţialului infecţios se poate grupa în două categorii:

— sterilizarea sau distrugerea tuturor speciilor de microorganisme, realizată prin incinerare, condiţionare termică la temperatură şi presiune ridicate, sau deshidratare termică la temperaturi de peste 100 °C;

— dezinfecţia sau decontaminarea, realizată prin distrugerea germenilor patogeni prin pasteurizare, iradiere şi tratare cu agenţi chimici, la valori extreme ale *p*H-ului (sub 2 sau peste 12).

Cercetările efectuate pe diferite tipuri de nămol pun în evidenţă faptul că fermentarea anaerobă şi stabilizarea aerobă conduc şi la diminuarea potenţialului patogen al nămolurilor, dar nu suficient pentru a permite utilizarea lor fără riscuri pentru mediul înconjurător. În tabelul 9.6 sunt prezentate date referitoare la supravieţuirea unor organisme după fermentarea anaerobă.

Tabelul 9.6

Supraviețuirea unor organisme în fermentarea anaerobă a nămolurilor

Denumirea microorganismului	Durata de fermentare, zile	Gradul de îndepărtare, %	Observații
Entamoeba hystolicica	12	100	Reducere importantă la 20 °C
Salmonella	20	92	La 6 zile durată de reținere, reducere de 85%
Bacili Koch	35	85	Nu pot fi distruși complet prin fermentare
Escherichia coli	49	100	Reduceri importante la 37 °C, aproape același efect în 14 zile la 22 °C

Igieniștii nu pretind o sterilizare completă a nămolului și consideră suficientă dezinfecția ce se poate realiza prin câteva procedee, în funcție de modul de utilizare a nămolului (lichid sau deshidratat).

Pasteurizarea. Aceasta constă în încălzirea nămolului înainte sau după fermentare la o temperatură de 80...90 °C. Încălzirea se poate face cu vapori de apă sau cu arzătoare imersate, utilizând chiar gazul de fermentare. Arderea gazului direct în masa de nămol conduce la o utilizare economică a acestuia, valorificând circa 95–99% din energia acestuia.

Obținerea unei pasteurizări de calitate depinde de temperatura la care se face și de durata operației, cei doi parametri fiind într-o strânsă corelare.

Distrugerea germenilor patogeni și a paraziților poate avea loc și ca urmare a uscării nămolului.

Iradierea. Dezinfecția nămolului se poate realiza și prin utilizarea efectului sterilizant al radiațiilor. Ca sursă de iradiere sunt utilizate elementele Co- 60 și Ce-137. Determinările practice au arătat că prin acest procedeu se poate distruge, practic, orice agent patogen. Aplicarea metodei este relativ simplă, dar sunt necesare măsuri deosebite pentru protecția mediului și a personalului împotriva radiațiilor. Astfel, iradierea se poate realiza într-un tunel subteran acoperit cu dale din beton masiv. Costul operației este în relație directă cu costul sursei radioactive, procedeul nefiind rentabil decât dacă se dispune de izotopi radioactivi în cantitate mare și la un preț redus.

Stabilizarea biologică termofilă. Se poate utiliza fie procedeul termofil anaerob, fie procedeul mixt aerob-anaerob.

Procedeul termofil anaerob este identic cu cel de fermentare anaerobă, mezofilă, cu diferența că temperatura în reactor trebuie să rămână între 50 și 56 °C.

Construcțiile, instalațiile și echipamentele sunt omoloage doar pentru fermentarea anaerobă mezofilă a nămolului.

Procedeul mixt aerob-anaerob se utilizează pentru nămolul cu conținut de substanță uscată de 3–4%. Nămolul este aerat pentru a declanșa descompunerea aerobă și căldura produsă din descompunere mărește sensibil temperatura nămolului.

Echipamentul necesar pentru stadiul aerob al procedeului este similar cu aeratoarele din treapta cu nămol activ, care în afară de aportul de oxigen trebuie să asigure și un amestec bun al nămolului.

Tratarea cu var. Prin tratarea nămolului cu var la valori ale *p*H-ului de 12, se poate asigura o dezinfecție practic totală. În cazul acestei metode, nu mai este necesară nici o substanță de dezinfecție.

Compostarea. Este un procedeu de mineralizare naturală a substanței organice conținute în nămol și în alte reziduuri organice, cu ajutorul microorganismelor realizându-se, în final, un material inofensiv, cu volum mic și greutate redusă, ce poate fi utilizat fără dificultate din punct de vedere igienic ca îngrășământ agricol.

Dacă procesul de mineralizare declanșat și întreținut de bacterii și ciuperci dispune de suficient oxigen din aerul atmosferic, el are loc în condiții aerobe, fără degajare de mirosuri neplăcute. Deoarece procesul are loc la o temperatură de circa 70 °C, are loc o diminuare avansată a potențialului patogen și o igienizare a materialului.

În general, compostarea se practică pentru un amestec de nămol din stații de epurare cu gunoaie menajere, în rapoarte convenabile.

10
POMPAREA APELOR UZATE. STAȚIILE DE POMPARE

Pentru transportul apelor uzate şi nămolurilor în cadrul staţiilor de epurare biologică se folosesc, în cele mai multe situaţii, pompele. Pompele se pot clasifica după mai multe criterii.

După materialul transportat:
— pompe pentru ape uzate brute;
— pompe pentru nisip;
— pompe pentru nămol brut, fermentat, în exces, recirculat;
— pompe pentru alimentarea filtrelor biologice şi a bazinelor cu nămol activ.

După condiţiile de pompare:
— pompe de înaltă presiune;
— pompe de joasă presiune;
— pompe de recirculare;
— pompe de mare capacitate.

După principiul de funcţionare:
— pompe centrifuge – orizontale sau verticale;
— pompe cu piston;
— pompe cu diafragmă;
— pompe cu aer comprimat.

Alegerea unui anumit tip de pompă depinde de materialul care trebuie pompat, de condiţiile de pompare şi de rezultatele care trebuie obţinute. După alegerea utilajului este necesară elaborarea unui plan de întreţinere şi de exploatare, adaptat caracteristicilor utilajelor şi condiţiilor de pompare.

Atât proiectanţii cât şi operatorii dau o mare atenţie garanţiei de funcţionare a pompelor. Multe staţii de pompare au pompe de rezervă, pentru a asigura o funcţionare continuă în situaţia defectării utilajului principal. Totodată, se prevăd echipamente, dipozitive şi montaje, care măresc siguranţa în exploatare, cum ar fi: echipamente antiex, instalaţii de ventilaţie cu comandă manuală sau automată, separarea rezervoarelor de recepţie etc. Pentru a se evita manevrele manuale, este din ce în ce mai mult aplicată automatizarea întregii staţii de pompare.

10.1. Exploatarea normală şi întreţinerea

Pentru a obţine o eficienţă cât mai bună a staţiilor de pompare, trebuie ca pompele să fie astfel alese încât debitul lor de refulare să fie cât mai apropiat de debitul influent rezervorului de recepţie. Alegerea atentă a pompelor, pornirea şi oprirea lor, respectiv perioadele de funcţionare, fac parte din reglările ce trebuie efectuate, pentru a reduce la minimum uzura echipamentului şi a dispozitivelor de comandă şi pentru a îmbunătăţi eficienţa epurării în staţie. Din analiza diagramelor de debit şi din observaţiile efectuate în decursul exploatării pompelor, se pot stabili operaţiile necesare pentru o funcţionare cât mai raţională a pompelor. Printr-o atentă alegere a pompelor şi prin reglarea comenzilor acestora, se poate menţine debitul de pompare în limita unei variaţii de 20% din debitul de intrare în staţie.

Pentru o funcţionare sigură şi eficientă, pompele trebuie protejate de materialele abrazive şi de obiectele care pot să producă avarii sau să micşoreze debitul pompat. Majoritatea apelor uzate, chiar şi acelea provenite din reţelele de canalizare în sistem separativ bine construit, conţin cantităţi însemnate de nisip şi alte materiale grosiere. Acolo unde este posibil, pompele de apă uzată trebuie să fie amplasate după o instalaţie de înlăturare a nisipului. Pompele trebuie, de asemenea, precedate de instalaţii şi dispozitive pentru îndepărtarea anumitor materiale, cum ar fi: cârpele, frunzele, lemnele, resturile de metale care pot înfunda sau avaria pompele, conductele şi vanele.

Rezervorul de recepţie. În mod obişnuit, apa uzată este aspirată de către pompe dintr-un rezervor de recepţie. Pentru o funcţionare normală a pompelor, rezervorul de recepţie trebuie să fie dimensionat corect. Dacă acest rezervor este prea mare, materiile în suspensie se depun pe radier şi vor începe să se descompună, producând mirosuri neplăcute, creând, în acelaşi timp şi condiţii necorespunzătoare pentru epurarea apelor în celelalte instalaţii ale staţiei de epurare. Timpul de trecere prin rezervorul de recepţie poate fi redus, reglând nivelele de comandă a pompelor, astfel încât diferenţa dintre nivelul de pornire şi de oprire a pompării să fie cât mai mică. Dacă această operaţie nu reduce suficient de mult timpul de trecere, se poate reduce secţiunea transversală a rezervorului de recepţie, construind un perete despărţitor dintr-un material potrivit.

Dacă radierul rezervorului de recepţie nu are o pantă suficientă către pâlnia de sub sorbul pompei, se acumulează, de asemenea, nămol pe radier, care produce aceleaşi neplăceri. Curăţirea nămolului din timp în timp nu este o soluţie radicală; este mai bine să se execute o pantă convenabilă din beton de pantă.

Pe lângă materialele care se depun pe radier, în rezervorul de recepţie se acumulează şi grăsimi. Acestea pot, uneori, să conducă la deranjamente în exploatarea pompelor, fie prin înfundarea conductelor sau a pompei, fie prin împiedicarea bunei funcţionări a sistemului de comandă al pompelor prin flotor etc. Pentru a nu

permite acumularea grăsimilor, pereţii rezervorului trebuie spălaţi cu jet de apă, ori de câte ori este necesar. Pentru îndepărtarea radicală a grăsimilor din rezervorul de recepţie este necesară golirea completă a acestuia.

Rezervoarele de recepţie trebuie să fie bine ventilate, deoarece se pot acumula gaze şi pot avea loc explozii.

Cu toate măsurile care se iau în staţiile de pompare, de ventilaţie a rezervoarelor de recepţie, de utilizare a unor motoare antiex, de separare a motoarelor de spaţiile în care se acumulează gaze explozive etc., nu sunt excluse posibilităţile de accidentare. De aceea, un rol deosebit în combaterea accidentelor îl joacă prudenţa operatorului (vezi tehnica securităţii muncii, capitolul 11).

Întrucât în marea majoritate a staţiilor de pompare se utilizează pompele centrifuge se dau, în continuare, câteva recomandări privind întreţinerea acestora.

L u b r i f i e r e a ş i e t a n ş a r e a pompelor pentru apele uzate se fac cu apă. Dispozitivele de etanşare şi lubrifiere cu apă trebuie să funcţioneze la o presiune cu aproximativ 150–350 g/m^2 mai mare decât presiunea de refulare a pompei. Dacă presiunea apei disponibile este prea mare, se poate folosi un ventil de reducere; dacă presiunea este prea mică, este necesară o pompă auxiliară. Apa dispozitivului de ungere nu trebuie luată niciodată direct de la o sursă de alimentare cu apă potabilă, pentru a se evita infectarea acesteia; în scopul înlăturării acestei posibilităţi se foloseşte un vas tampon.

Carcasele presetupelor trebuie controlate periodic, pentru a se urmări modul în care se evacuează apa de etanşare şi lubrifiere. Când pompa funcţionează, este necesară o evacuare continuă a apei din carcasa presetupei, pentru a menţine garnitura rece şi în bune condiţii. Dacă scurgerea este prea rapidă, garnitura trebuie strânsă, dacă nu există scurgere, trebuie lărgită. Garniturile nu trebuie, totuşi, strânse prea mult; strângerea lor trebuie făcută în aşa fel, încât să se permită o rotire uşoară şi forţată a axului pompei, cu mâna. Dacă după strângere se remarcă încă o scurgere excesivă de apă, înseamnă că garnitura este arsă ori uzată sau axul este uzat.

Toate garniturile trebuie înlocuite în mod regulat, pentru a preveni uzarea axului sau a cuzineţilor.

T r a n s m i t e r e a m i ş c ă r i i – de la motor la pompă se face prin curele trapezoidale. În aceste cazuri, roţile de transmisie trebuie să fie într-o aliniere perfectă, întrucât o dezaxare, chiar uşoară, poate duce la scurtarea duratei de funcţionare a curelei şi, în acelaşi timp, la creşterea consumului de energie. Reglarea trebuie să fie astfel făcută încât cureaua să nu alunece.

Pompele, motoarele şi dispozitivele de transmisie trebuie unse cu ulei şi gresate, conform recomandărilor uzinei producătoare. Nu trebuie pus uleiul în carcasă în timp ce axul pompei se roteşte, deoarece acţiunea de rotaţie a rulmenţilor va reţine o cantitate mare de ulei, care se va scurge când pompa se va opri, rezultând o cantitate mare de ulei în jurul axului sau în jurul cuvei de ulei.

Înainte de a porni pompa, aceasta trebuie unsă. Se controlează apoi alinierea dintre axul pompei, al motorului şi cel al cuplajului elastic. Axul trebuie să se rotească după ungere şi aliniere cu uşurinţă dacă este învârtit cu mâna. Dacă transmisia este asigurată prin curele, trebuie să se controleze alinierea roţilor şi să se verifice întinderea curelelor. Se verifică caracteristicile curentului, care trebuie să fie aceleaşi cu ale motorului; se controlează firele de legătură. Trebuie să se verifice dacă dispozitivul de pornire nu se încălzeşte. Se determină sensul de rotaţie al motorului printr-un contact de foarte scurtă durată, pentru a fi siguri că aceasta va acţiona pompa în concordanţă cu săgeţile indicatoare. Dacă se folosesc pompe auxiliare de ungere cu apă sau sisteme de amorsare cu vid, acestea trebuie pornite. În sfârşit, trebuie ca toate vanele de pe conductele de aspiraţie şi refulare să fie deschise.

A m o r s a r e a se face la orice pompă, înainte de pornire; pentru aceasta pompa se umple cu apă sau cu apă uzată. În unele situaţii sunt prevăzute posibilităţi de amorsare automată. Dacă ele nu există, este necesar să se evacueze aerul din carcasă şi, pentru aceasta, majoritatea pompelor sunt prevăzute cu un robinet. Aerul este evacuat cu apa curată sau cu apa uzată; operaţia de evacuare se termină, atunci când prin robinetul din carcasă începe să curgă apa, după care robinetul se închide. Aproape toate pompele se pornesc cu vana de pe conducta de refulare deschisă. Excepţie fac cazurile în care există lovituri de berbec sau apar perturbaţii ale vitezei de scurgere, sau când motorul nu are suficientă rezervă de putere. Uneori, nu există clapete de reţinere pe conducta de refulare. În acest caz, este necesar să se pornească pompa şi apoi să se deschidă vana de refulare. Acolo unde nu există mai multe pompe care refulează în aceeaşi conductă, este esenţial să se pornească mai întâi pompa şi apoi să se deschidă vana de refulare.

După pornirea pompei, se controlează din nou dacă sensul de rotaţie este corect, se verifică persetupele, pentru a se observa dacă ungerea şi etanşarea se realizează în mod corespunzător (vezi mai sus); se controlează rulmenţii şi lagărele şi se urmăreşte să nu se încălzească ca urmare a unor deficienţe de ungere. Cuplajul elastic nu trebuie să facă zgomot; dacă totuşi face, acest lucru se datorează fie nealinierii între axele motorului şi pompei, fie unor dereglări. Se verifică conductele spre a nu avea pierderi de lichid.

O p r i r e a pompei se realizează prin deconectarea motorului de la reţeaua electrică; se închid apoi toate vanele de pe conductele de aspiraţie, refulare şi ungere cu apă; se goleşte pompa prin deschiderea robinetelor de aer şi de golire. În conducte nu trebuie să rămână nămol, întrucât gazul produs de fermentarea acestora le poate deteriora.

În timpul opririi se controlează amănunţit pompa şi lagărele şi se fac intervenţii de întreţinere, cum ar fi: schimbarea uleiului şi înlocuirea garniturii. Pentru a schimba uleiul se goleşte carcasa lagărului şi se toarnă ulei proaspăt.

Înlocuirea garniturii se face după ce se demontează piuliţele, şuruburile de strângere şi presetupele, conform cu indicaţiile firmei producătoare. Se scoate apoi vechea garnitură şi inelul de ungere din cutia de garnitură şi se curăţă atent cutia şi axul. Înainte de a monta noua garnitură, inelele trebuie înmuiate în ulei greu. Un inel de garnitură trebuie montat dintr-o dată, prin alunecare uşoară şi batere la locul său. Trebuie să se pună numărul corect de inele de garnitură în faţa şi în spatele inelului de curgere, în aşa fel încât acesta să fie în dreptul intrării dispozitivului de etanşare cu apă.

Pentru realizarea unui montaj corect se poate nota numărul de inele de ganitură care au fost înlocuite, sau se măsoară adâncimea carcasei. Tăieturile inelelor trebuie să fie decalate, pentru a asigura o etanşare perfectă. După montare, inelele de garnitură sunt strânse uşor pe capul de reglare, pentru a forma un tot în carcasa garniturii. Garniturile presetupelor trebuie să intre în cutie cu cel puţin 3 mm, pentru a impiedica blocarea garniturilor; acestea vor trebui să preseze sau să atingă axul.

Presetupele trebuie aranjate aşa cum s-a arătat anterior, astfel încât să nu zgârie axul. În cazul etanşărilor cu apă, trebuie aranjat în aşa fel încât să existe o scurgere neînsemnată de lichid.

Comanda automată a pompelor se poate face, în unele situaţii, printr-un sistem cu flotori şi electrozi. Pentru a se asigura o funcţionare cât mai bună a pompei, trebuie făcut un control periodic al sistemului de comandă, cel puţin o dată pe săptămână.

Se contolează dacă:

— creşterea nivelului apei în rezervorul de recepţie declanşează comenzi corespunzătoare;

— instalaţia porneşte când comutatorul cu flotor sau sistemul cu electrod face contact şi dacă pompa se opreşte când nivelul apei în rezervorul de recepţie ajunge la nivelul prevăzut;

— viteza motorului creşte repede şi se menţine astfel;

— utilizarea motorului cu perii nu conduce la scânteieri prea dese în timpul pornirii şi în timpul mersului.

Echipamentul folosit pentru acţionarea pompelor constă în motoare electrice sau motoare cu combustie internă. În general, se întrebuinţează motoare electrice de tip sincron şi de inducţie; excepţie fac instalaţiile de pompare foarte mari. Motoarele sincron au avantajul că lucrează cu viteze constante. Motoarele trifazice cu inducţie scurtcircuitată sunt, şi ele, mult întrebuinţate; aceste motoare sunt uşor de întreţinut; în condiţii medii de funcţionare, ungerea lagărelor din fabrică poate dura circa 1 an. În legătură cu ungerea motoarelor, trebuie amintit că prea mult material de gresare poate conduce la defectarea lagărelor şi la distrugerea bobinajului.

Echipamentul pentru comanda pornirii pompelor de apă uzată şi pentru protejarea motoarelor electrice utilizează o mare varietate de aparataj electric. Cel mai simplu tip de instalaţie de comandă constă dintr-un flotor cu contragreutate, care acţionează cu întrerupător. Când flotorul este ridicat de apa uzată la un nivel dinainte stabilit, este declanşat un comutator, pentru pornirea pompei, iar când nivelul apei scade, atingând o anumită poziţie, întrerupătorul cu flotor opreşte pompa. Timpul necesar fiecărui ciclu şi durata dintre cicluri depind de viteza de pompare şi de debitul apei uzate.

Când se folosesc dispozitivele de pornire speciale, comutatori de deconectare şi întrerupători de circuit, aceştia trebuie instalaţi în conformitate cu normele tehnice referitoare la acest aparataj. În cazul motoarelor mari, uzina furnizoare de electricitate pretinde, adesesa, montarea de dispozitive de oprire care să nu supraîncarce linia.

Staţiile de pompare mari ar fi avantajoase economic, dacă ar dispune de un atelier propriu de reparaţii, bine utilat şi cu personal calificat corespunzător. Pentru staţiile mai mici, asemenea probleme se pot rezolva la alte ateliere. În afară de aceasta, majoritatea fabricilor de pompe au secţii de reparaţii, unde pompele pot fi complet recondiţionate.

Atelierul de reparaţie a pompelor trebuie să dispună, de obicei, de: strunguri, un aparat de sudură, maşină de găurit şi burghie, ferăstrău mecanic, utilaje de tăiere cu flacără, manometre, polizoare, prese, dispozitive de decapare cu nisip, presă de montarea şi demontarea pieselor, unelte de tăiat metale etc.

10.2. Deficienţe de exploatare

Sunt prezentate, în continuare, principalele deficienţe de funcţionare a pompelor şi majoritatea cauzelor care determină defectarea sau eficienţa redusă de funcţionare a acestora. Remediul este sau evident, sau poate fi dedus prin descrierea cauzelor.

Pompa nu porneşte. Cauzele pot fi:

— arderea siguranţelor deoarece:

- reglarea siguranţelor este incorectă;
- contactele întrerupătoarelor sunt corodate sau scurtcircuitate;
- legăturile terminale sunt desfăcute sau rupte undeva pe circuit;
- mecanismul de comandă automat nu funcţionează bine;
- motorul este scurtcircuitat sau ars;
- montajul sau legarea firelor este incorectă;
- întrerupătoarele nu sunt aşezate pentru funcţionare;
- contactele comenzilor sunt murdare şi scânteiază;

• siguranţele sau fuzibilele sunt prea calde;
• firele sunt scurtcircuitate;
• axul este gripat sau blocat, din cauza frecării rotorului, a presetupelor strânse sau a înfundării pompei.
— legătura electrică sau siguranţa fuzibilă este desfăcută.

Viteză redusă de refulare. Cauzele pot fi:
— pompa nu este amorsată;
— amestec de aer în apa de canal;
— viteza motorului este prea mică;
— instalaţia electrică este necorespunzătoare;
— motorul este defect;
— înălţimea de refulare este prea mare;
— aspiraţie mai mare decât s-a anticipat;
— rotorul este înfundat;
— conducta de refulare este obturată;
— sensul de rotaţie al pompelor este greşit;
— aerul pătrunde în conducta de aspiraţie sau în cutia garniturilor;
— intrarea în conducta de aspiraţie este prea sus, permiţând aerului să pătrundă înăuntru;
— vane parţial sau în întregime închise;
— vanele de control sunt blocate sau înfundate;
— reglarea incorectă a rotorului;
— rotorul este deteriorat;
— garnitura este uzată sau defectă;
— rotorul se învârteşte în jurul axului, din cauză că este ruptă pana;
— cuplajul flexibil rupt;
— pierderea aspiraţiei în timpul pompării, cauzată de pierderile din conductele de aspiraţie, etanşarea necorespunzătoare cu apă sau lubrifiant, aspiraţia prea înaltă sau existenţa aerului sau a unui gaz în apa de canal.

Consum de energie prea mare. Cauzele pot fi:
— viteza de rotaţie prea mare;
— înălţimile de funcţionare mai mici decât cele pentru care a fost proiectată pompa, rezultând depăşiri de debite pompate;
— clapetele de reţinere deschise, golind conducta forţată principală înapoi în bazinul de aspiraţie;
— greutatea specifică sau viscozitatea lichidului pompat prea ridicată;
— pompa înfundată;
— roţile curelelor de transmisie greşit aliniate sau greşit reglate;

— axul pompei curbat;
— piesele care se rotesc gripate;
— garnituri prea strânse;
— cuzineţi uzaţi sau gripaţi;
— rotoarele freacă.

Pompa face zgomot. Cauzele pot fi:
— pompa nu este complet amorsată;
— aspiraţia este înfundată;
— aspiraţia nu este scufundată;
— pompa nu este bine unsă;
— rotoarele sunt uzate;
— solicitarea pompei, deoarece conductele legate de pompă sunt nesprijinite.
— fundaţia este mică;
— defecţiuni mecanice în pompă.

10.3. Înregistrări şi rapoarte

Toate staţiile de pompare ar trebui să fie dotate cu aparate de înregistrare a debitului. Când se foloseşte un contor electric de măsurat separat, consumul electric trebuie înregistrat zilnic.

Înregistrările cele mai utile pentru operator sunt:
— diagramele zilnice ale debitului;
— debitul zilnic total (de la totalizator);
— energia electrică folosită.

După examinarea diagramelor de debit şi a consumului de energie, operatorul poate să determine:
— debitul apelor uzate în orice moment;
— randamentul dat de fiecare pompă separat sau în combinaţie cu alte pompe;
— dacă apar sau au apărut condiţii neobişnuite de funcţionare;
— dacă trebuie făcute unele modificări pentru reglarea debitelor de scurgere, prin schimbarea succesiunii de funcţionare a pompelor, eliminarea sau înlocuirea uneia dintre pompe, schimbarea nivelelor de pornire sau de întrerupere a pompelor sau schimbarea suprafeţei secţiunii transversale a bazinului de aspiraţie;
— cantitatea de apă uzată pompată pe kWh. Acest lucru este util, în special când se fac comparaţii pe perioade lungi, pentru a determina modificarea eficienţei pompei. Creşterea consumului de putere pe unitatea de volum pompat poate să fie consecinţa oricărei deficienţe semnalate.

Debitul total zilnic şi debitele de pompare maxime şi minime ale staţiei principale de pompare trebuie înregistrate împreună cu celelalte date ale staţiei.

11
ORGANIZAREA EXPLOATĂRII ÎN STAȚIILE DE EPURARE

Stațiile de epurare funcționează pe baza unor procese mecanice, chimice și biologice. Buna desfășurare a acestor procese trebuie asigurată printr-o exploatare și întreținere conștiincioase. Conducerea operațiilor de exploatare trebuie încredințată unui personal bine pregătit profesional, care să cunoască instalațiile pe care le mânuiește.

Organizarea activității unei stații de epurare trebuie să fie îndreptată spre obținerea unui randament maxim posibil al epurării, respectiv, realizarea gradului de epurare impus la toți indicatorii, în condițiile desfășurării unui proces tehnologic normal.

O stație de epurare, chiar dacă este proiectată și executată fără nici o greșeală, nu poate avea o eficiență corespunzătoare fără a fi exploatată și întreținută corect. Pentru asigurarea exploatării și întreținerii corecte, este necesară aplicarea unui complex de măsuri prin care se poate defini utilizarea exploatării.

Principalele aspecte ale asigurării producției într-o stație de epurare a apelor uzate se pot clasifica în felul următor:

— organizarea locului de muncă;
— organizarea personalului;
— dotarea tehnico-materială;
— dotarea cu material documentar;
— măsurători și analize;
— evidența și rapoarte de exploatare;
— măsuri de tehnica securității muncii;
— organizarea lucrărilor de întreținere și reparații;
— evidențe tehnico-economice.

11.1. Organizarea locurilor de muncă

În general, o stație de epurare se întinde pe o suprafață destul de mare. În ansamblu, stația se compune din:

— rețele de canale exterioare și interioare;
— corpuri de clădiri tehnologice;
— corpuri de clădiri anexe (ateliere, magazii, laboratoare, pavilion dispecer etc.);

— obiecte tehnologice amplasate în aer liber (decantoare, filtre biologice, bazine de aerare, platforme de uscare a nămolului, bazine de distribuție a apelor uzate, deversoare etc.).

Pentru ca personaul de exploatare să poată executa nestânjenit toate operațiile menite a asigura funcționarea normală, se prevăd:

— platforme de lucru la grătare, deznisipatoare, bazine de fermentare, decantoare etc.;
— scări de acces la bazine sau la rezervoare, acoperișuri etc.;
— spații libere de trecere.

Pentru protejarea personalului se realizează:

— acoperirea unor spații de lucru, acolo unde este posibil;
— balustrade de protecție, paravane, plase protectoare;
— iluminatul corespunzător atât al încăperilor cât și al obiectelor amplasate în aer liber;
— încălzirea și ventilația spațiilor închise de lucru (hale, depozite, săli de laborator, birouri etc.).

Personalul de exploatare trebuie să aibă posibilitatea de a interveni operativ în oricare punct al stației de epurare. În acest scop, se prevăd spații suficiente între utilaje și părțile de construcție. De asemenea, linia de tratare a apelor uzate se va face distinctă (separată) de cea a nămolurilor, astfel încât să se reducă la minimum încrucișările de canale și conducte.

Se va acorda atenție problemei afișajului la locul de muncă; astfel se vor prevedea:

— afișe de protecția muncii și tăbliță avertizoare la locurile de muncă;
— tăbliță cu indicații ajutătoare efectuării unor manevre;
— schema de funcționare și marcarea unor puncte importante (cote, niveluri de apă, racorduri etc.).

11.2. Organizarea personalului

Schema personalului de exploatare se întocmește de către proiectantul lucrărilor. Această schemă este în funcție de:

— importanța și mărimea stației;
— gradul de automatizare;
— situația stației de epurare într-un complex existent.

În general, schema unei instalații de epurare poate cuprinde:

— un șef de stație cu calificare tehnică corespunzătoare;
— maiștri, șefi de tură (schimb);
— mecanici de schimb;
— instalatori electricieni;

— muncitori operatori;
— personal de laborator (chimişti, tehnicieni, laboranţi);
— personal auxiliar (mecanici şi instalatori la ateliere anexă, pentru curăţenie etc.);
— personal de pază.

În funcţie de mărimea staţiei de epurare se organizează şi schimburile de lucru. Astfel, la staţiile mici se lucrează în 1–2 schimburi de câte 8 ore, iar la cele importante se asigură 3 schimburi a câte 8 ore.

În cadrul staţiei se pot organiza mai multe echipe de muncitori, conduse de un şef de echipă. Aceste echipe se pot grupa, de exemplu, pe următoarele obiecte:
— grătare, deznisipatoare, separatoare de grăsimi etc.;
— decantoare, filtre biologice şi staţii de pompare a nămolului;
— rezervoare de fermentare, gazometre şi platforme de uscare a nămolurilor;
— instalaţii de precipitare şi neutralizare;
— reţele exterioare şi interioare de canal, apă, curent electric etc.;
— ateliere şi anexe.

Repartizarea echipelor pe obiecte se face diferenţiat, în funcţie de condiţiile speciale şi de schema fiecărei staţii de epurare în parte.

În tabelul 11.1 este prezentată o listă cu personalul necesar pentru o staţie de epurare de 1500 l/s.

Tabelul 11.1

Personalul necesar deservirii unei staţii de epurare de *1500* l/s (conform prevederilor din „Buletinul de documentare şi informare I.S.L.G.C. – 1987")

Structura personalului	Repartizarea pe schimburi			Total
	Schimbul I	Schimbul II	Schimbul III	
Inginer	1	—	—	1
Chimist	1	—	—	1
Biolog	1	—	—	1
Maistru principal	1	—	—	1
Maistru	1	1	—	2
Tehnician	1	—	—	1
Laborant	7	3	1	11
Maşinist	10	4	2	16
Muncitor calificat	13	7	3	23
Muncitor necalificat	12	5	4	21
Total personal	48	20	10	78

11.3. Dotarea tehnico-materială

Procesul tehnologic al epurării apelor uzate solicită folosirea unei game foarte variate de unelte de exploatare, materiale, reactivi, piese de schimb etc.

Staţiile de epurare trebuie să fie dotate cu cele mai potrivite unelte şi dispozitive de lucru. Lipsa acestora sau folosirea unor unelte improvizate, necorespunzătoare, conduc la o exploatare incorectă, neraţională a instalaţiilor.

Printre uneltele cel mai frecvent folosite într-o staţie de epurare, se menţionează:

La grătare:
— cupă cu mâner (cancioc) prevăzută cu orificii pentru scurgerea apei, folosită la scoaterea materiilor reţinute în faţa grătarului;
— greble, lopeţi, răngi de oţel, benzi transportoare, vagonete folosite pentru curăţirea şi manipularea reţinerilor pe grătare;
— furtun de cauciuc, folosit pentru menţinerea în stare curată a spaţiului de lucru.

La decantoarele primare:
— plasă pentru înlăturarea materiilor plutitoare;
— lopată specială pentru înlăturarea de la suprafaţa apei a spumei;
— dispozitiv cu lanţ şi răzuitor pentru curăţirea fantei;
— dispozitiv de sondat nivelul nămolului din decantoare, putând fi folosit şi pentru determinarea nivelului nisipului depus pe deznisipatoare;
— pompă specială pentru măsurarea nivelului nămolului depus (prin luarea de probe şi determinări de laborator).

În afară de aceste unelte se mai folosesc: cârlige, lopeţi, perii, dispozitive pentru agitarea nămolului, autocisterne, autovidanje, unelte pentru desfundarea conductelor şi canalelor etc.

Pentru asigurarea continuităţii procesului tehnologic al epurării, staţia trebuie să fie permanent aprovizionată cu reactivii necesari, ca de exemplu: acid clorhidric, sulfat feros, sulfat de aluminiu, clorură ferică, clorură de var, clor gazos (butelii), var bulgări, material filtrant etc.

De asemenea, pentru întreţinere staţia se aprovizionează cu: ulei, petrol, vaselină, piese de schimb, lemn de construcţii etc.

Dotarea cu material documentar. Conducerea operaţiilor de exploatare a unei staţii de epurare se face pe baza regulamentului de exploatare avizat de organele în drept.

Regulamentul de exploatare cuprinde elementele cu privire la:
— procesul tehnologic de formare a apelor uzate şi al epurării acestora;
— punerea în funcţiune a staţiei;

— lucrările de întreţinere;
— sarcinile personalului de exploatare;
— măsurătorile şi analizele necesare controlului funcţionării;
— evidenţele şi rapoartele de funcţionare;
— măsurile de protecţia muncii şi igienă.

În afară de regulamentul de exploatare, apare necesitatea ca o staţie să fie dotată cu:

— normative de protécţia şi igiena muncii;
— normative P.C.I.;
— standarde de stat;
— cărţi şi reviste de specialitate etc.

11.4. Măsurători şi analize

Se impune ca şeful unei staţii de epurare să cunoască în permanenţă randamentul de funcţionare a instalaţiilor de epurare, să ştie unde şi când este nevoie de intervenţia personalului pentru diverse manevre sau înlăturarea unor deficienţe.

Ca atare, este necesară efectuarea unor măsurători şi analize, care să indice ce a realizat staţia (în ansamblu şi pe fiecare unitate în parte) în epurarea apelor uzate, furnizând în acelaşi timp şi informaţiile necesare privind efectul efluentului staţiei asupra cursului de apă receptor. În capitolele anterioare au fost prezentate analizele care trebuie efectuate pentru urmărirea exploatării fiecărui utilaj şi obiect din staţie.

În cadrul staţiilor de epurare mari, numărul analizelor fiind ridicat, se impune utilizarea metodelor moderne de prelucrare a acestora; aceste metode sunt similare celor folosite la prelucrarea datelor obţinute în staţiile de tratare a apelor.

11.5. Evidenţe şi rapoarte în exploatare

Evidenţele şi rapoartele periodice de exploatare au o mare importanţă în cadrul organizatoric al unei staţii de epurare. Datele înscrise servesc:

— personalului de exploatare, ca ghid în reglarea, corectarea şi, eventual, modificarea instalaţiilor;

— aprecierii periodice a gradului în care staţia de epurare realizează indicatorii stabiliţi;

— organelor de control, pentru verificarea modului în care este condusă exploatarea.

Este necesar ca înscrierile în aceste evidenţe şi rapoarte să se facă cu regularitate şi neapărat conforme cu realitatea. Nu este admis să se scrie date false,

eronate, care ar putea conduce la concluzii greşite în ce priveşte capacitatea staţiei de a epura într-un grad corespunzător apele uzate cu care este încărcată.

11.6. Măsuri de tehnica securităţii muncii

Personalul dintr-o staţie de epurare este expus la o serie de pericole, ca: leziuni fizice, infectări ale organismului, lipsa de oxigen, inhalarea cu gaze sau vapori nocivi etc.

Aceste pericole se evită mai întâi prin executarea unor lucrări de siguranţă şi folosirea echipamentului de protecţie necesar.

Pentru prevenirea leziunilor fizice este necesar ca:

— obiectele să se ridice cu grijă, fiind sprijinite pe muşchii de la picioare, nu pe spate. Se folosec trolii şi electromacarale pentru obiectele grele;

— să se evite căderile. Trebuie să se acorde atenţie la folosirea scărilor verticale sau a scărilor înguste. Se instalează bare de protecţie la scările mai înalte de 3 m. Uneltele şi echipamentul portabil să se păstreze la locurile stabilite. Pasajele şi scările să nu fie acoperite cu grăsime, ulei sau gheaţă. Pământul rămas după lucrări să se îndepărteze din zonele de lucru;

— să se ridice capacele de la gurile de acces, cu ajutorul unui troliu cu cârlig. Capacele mai puţin grele să nu fie lăsate parţial peste gura de acces, ci să se tragă complet în afară. Să se poarte mănuşi la manipularea obiectelor grele. Pentru toate părţile mobile ale maşinilor, să se prevadă apărători de metal;

— să se evite electrocutările; legătura cu pământul să fie bine făcută şi toate firele expuse să fie izolate;

— să se folosească centuri de siguranţă când se pătrunde prin gurile de acces în bazine mai adânci de 2,5-3 m;

— să se ia măsuri de prevenire şi combatere a incendiilor, conform normelor în vigoare.

Pentru prevenirea infecţiărilor organismului se are în vedere faptul că apele uzate cât şi produsele lor auxiliare constituie un pericol real pentru personalul de exploatare. Acestea pot provoca o serie de boli, cum ar fi: febra tifoidă, dizenteria, hepatita infecţioasă, tetanosul etc.

Se recomandă următoarele măsuri preventive:

— asigurarea apei de băut necontaminate, prin evitarea racordărilor (petrecerilor) între conductele de apă potabilă şi conductele de ape uzate sau nămoluri;

— să se prevadă o trusă de prim-ajutor pentru tratarea imediată a tăieturilor şi rănilor mai mari;

— să se prevadă spaţii pentru duşuri, schimbul îmbrăcămintei, săli de mese etc.;

— să se facă vaccinări periodice contra febrei tifoide şi a tetanosului, pentru tot personalul;

— să se poarte mănuşi de cauciuc la curăţirea pompelor sau a altor instalaţii care implică contactul direct cu apele uzate.

Prevenirea lipsei de oxigen se asigură prin:

— determinarea conţinutului de oxigen prin folosirea de indicatoare speciale;

— realizarea unei ventilări (aerisiri) corespunzătoare. În camere sau în construcţii, ventilaţia se asigură prin: ferestre deschise, uşi, prize de aer curat lângă tavan şi canale de aspiraţie mecanică, ventilatoare. În bazine, ventilaţia se asigură prin: aer comprimat, ventilatoare portabile etc.

Prevenirea degajării gazelor sau a vaporilor otrăvitori: gazele sau vaporii otrăvitori acţionează direct sau indirect, în mod vătămător sau distructiv asupra sănătăţii sau vieţii omului. Ele prezintă pericol de:

— arsuri, explozii, asfixieri, otrăviri etc.

În gurile de ieşire adânci, puţuri şi bazine, prevenirea pericolelor prezentate constă în:

— efectuarea de probe pentru gazele sau vaporii inflamabili sau explozivi, cu indicatoare portabile;

— efectuarea de probe pentru hidrogen sulfurat şi bioxid de carbon, cu fiole speciale;

— observarea cu atenţie a oricăror mirosuri străine sau iritarea ochilor.

La grătare şi instalaţiile aferente, prevenirea pericolelor se face astfel:

— se foloseşte echipamentul electric antiexplozibil şi nu se lucrează cu lămpi cu flacără liberă;

— se asigură o bună ventilaţie, prin curent natural de aer sau mijloace mecanice.

În bazinele de nămol, camera de nămol şi în bazinele de fermentare prevenirea pericolelor se face astfel:

— se va evita revărsarea nămolului;

— se asigură o bună aerisire;

— se foloseşte echipament electric antiexploziv;

— se controlează periodic atmosfera cu un indicator pentru gaze;

— se evită toate sursele de aprindere din apropierea bazinelor de fermentare;

— se controlează regulat toate conductele şi instalaţiile auxiliare, spre a se detecta eventualele pierderi de gaze etc.

În afara măsurilor prezentate până aici, se vor respecta indicaţiile prezentate în cadrul capitolului de exploatare la fiecare instalaţie în parte. De

asemenea, se vor respecta normativele în vigoare în ce priveşte igiena şi protecţia muncii, precum şi acordarea echipamentului de protecţie şi de lucru necesar.

11.7. Organizarea lucrărilor de întreţinere şi reparaţii

Instalaţiile şi construcţiile staţiei de epurare trebuie întreţinute continuu, spre a se prezenta în cele mai bune condiţii de funcţionare.

Pe baza unor planuri ce se întocmesc la începutul fiecărui an, se efectuează:

— inspecţii şi revizii preventive (se fac zilnic, săptămânal sau lunar);

— revizii şi reparaţii trimestriale;

— revizia generală anuală şi reparaţiile curente la toate utilajele şi construcţiile aferente;

— reparaţii capitale (la instalaţiile care necesită aceasta).

Prin planul de aprovizionare tehnico-materială trebuie să se asigure toate materialele de întreţinere, astfel încât operaţiunile respective să se desfăşoare normal.

12
LABORATOARE DE PROCES ÎN INSTALAȚIILE DE EPURARE A APELOR UZATE

În ultimul timp, apariția unor noi tipuri de poluanți în apele uzate, complexitatea proceselor din stațiile de epurare, exigențele sporite față de calitatea apei uzate epurate trimise spre emisar au impus reconsiderarea rolului laboratorului din stația de epurare, în sensul implicării acestuia în pilotarea – conducerea proceselor și obținerea unor performanțe superioare.

12.1. Indicatori și analize necesar a fi efectuate

Elementele pe care se bazează funcționarea controlată a unei stații de epurare orășenești sunt indicatorii cantitativi și calitativi referitori la apa uzată și la nămolurile rezultate, din acești indicatori rezultând evaluarea parametrilor tehnologici ai proceselor.

Indicatorii cantitativi se referă la:

— debitele de apă uzată, măsurate în diferite puncte:

• influent stație de epurare = influent treaptă mecanică;

• efluent treaptă mecanică, eventual influent treaptă biologică;

• efluent treaptă biologică = efluent final al stației de epurare.

— debitele de nămoluri de diferite tipuri:

• nămol primar, trimis spre bazinele de fermentare a nămolului sau, după îngroșare și/sau fermentare (decantoare Imhoff), spre paturile de uscare;

• nămol activ recirculat în funcție de gradul de recirculare necesar;

• nămol activ excedentar, trimis spre treapta primară sau, după o eventuală concentrare, spre bazinele de fermentare metanică.

Urmărirea unei cronograme a debitelor oferă o imagine asupra gradului de funcționare a unor instalații, știut fiind că, în lipsa unor bazine de compensare–egalizare în partea amonte a fluxului tehnologic, treapta primară, dar mai ales decantarea primară, este afectată în mod negativ de variații mari ale debitului influent.

Indicatorii calitativi se referă la caracterizarea fizico-chimică a apei de epurat la intrarea și ieșirea în și din principalele trepte de epurare pentru cunoașterea condițiilor de desfășurare a proceselor și evaluare a sarcinii aplicate:

— *p*H și alcalinitate sau aciditate, dacă este cazul;

— materii în suspensie la 105 °C (mg/l);

— natura materialului solid (calcinarea suspensiei la 600 °C);

— substanța organică totală sau solvită (probă omogenă sau decantată timp de 30 min) exprimată în: CCO-Cr, CBO_5, consum de permanganat (mai puțin recomandat pentru stații de epurare care prelucrează și ape uzate industriale);

— raportul CBO_5/CCO de caracterizare a tratabilității biologice;

— substanțele extractibile în eter de petrol;

— conținutul de elemente biogene P, N (compuși de N în diferite forme de oxidare: NH_4^+, NO_3^-, NO_2^-);

— indicatorii specifici, după caz: sulfuri și H_2S, detergenți, fenoli, cianuri, metale grele;

— conținutul global de săruri dizolvate (reziduul filtrabil la 105 °C).

Urmărirea evoluției în timp a calității influentului stației de epurare sau a calității influentului treptei biologice poate arăta constanța sau, de cele mai multe ori, variabilitatea calitativă a apelor uzate. După cum această variabilitate calitativă este mai accentuată sau mai puțin importantă, se evidențiază incidența apariției șocurilor de încărcare (vârfuri de concentrație ale unuia sau mai multor impurificatori), a șocurilor calitative (apariția de substanțe toxice sau nocive, *p*H în afara limitelor acceptabile).

Indicatorii calitativi specifici pentru treapta biologică (de cele mai multe ori proces aerob prin procedeul de nămol activ) sunt:

— concentrația de nămol activ în suspensie în bazinele de aerare (probe multiple, din diferite puncte într-un bazin de aerare) este egală cu substanța uscată la 105°C;

— conținutul de substanțe volatile % (calcinare la 600°C) al nămolului activ;

— caracteristicile de sedimentare ale nămolului activ, exprimate prin indicele volumului de nămol (VN ml/g);

— vârsta nămolului activ;

— regimul de oxigen în bazinul de acrare–măsurarea concentrației de oxigen dizolvat (mg O_2/l) în diferite puncte ale bazinului de aerare, la diferite adâncimi;

— indicatori calitativi ai nămolurilor de diferite tipuri existente într-o stație de epurare (primar ca atare sau fermentat în decantoare Imhoff, activ în exces sau stabilizat aerob, îngroșat sau ca atare);

— umiditate %, respectiv substanța uscată % sau g/l;

— gradul de mineralizare %, respectiv conținutul de substanțe organice (calcinare la 600 °C);

— pentru nămolul care intră în procesul de fermentare metanică ca atare sau îngroșat este de dorit a se cunoaște compoziția sa pe grupe principale de

substanţe (hidraţi de carbon, grăsimi şi proteine), eventuala prezenţă a unor compuşi cu potenţial inhibant asupra procesului de fermentare anaerobă (în special pentru staţiile de epurare care prelucrează ape uzate industriale cu metale grele, sulfuri, unele substanţe organice), temperatura şi *p*H-ul.

Controlul fermentării anaerobe se realizează în sistem feed-back, în urma analizei:

— gazului de fermentare obţinut (debit, conţinut CH_4, CO_2 %);

— apei de nămol evacuate (*p*H, alcalinitate, acizi volatili, încărcare oganică).

Controlul uscării nămolului pe paturile de deshidratare este realizat iniţial prin evaluarea debitului de apă de drenaj şi apoi prin determinarea umidităţii nămolului şi urmărirea aspectului (culoare, structură).

Parametrii tehnologici de desfăşurare a procesului de epurare cu nămol activ, care rezultă din calcul folosind măsurătorile descrise şi datele cunoscute asupra capacităţii instalaţiilor, sunt comparaţi cu parametrii de proiectare înscrişi în regulamentul de exploatare a staţiei de epurare. Intervenţia tehnologului se face în scopul apropierii pe cât mai mult posibil a parametrilor de exploatare de cei din proiect.

În treapta mecanică se verifică:

— la deznisipator:

• viteza de curgere a apei şi/sau timpul de retenţie a apei;

— la separatorul de grăsimi:

• timpul de retenţie a apei;

• debitul de aer insuflat, dacă se face flotaţie;

— la decantorul primar:

• timpul de decantare.

În treapta biologică se verifică:

— pentru bazinele de aerare:

• timpul de aerare, calculat ca raport între volumul de aerare şi debitul influent şi reprezentând timpul de contact al apei uzate cu nămolul activ;

• încărcarea organică de proces, parametru ce descrie sarcina de material organic de degradat aplicată masei de nămol activ în unitatea de timp (zi). Parametrul poate fi exprimat diferit, în funcţie de datele disponibile: CCO/kg substanţă uscată ·zi sau CBO_5/kg substanţă volatilă ·zi.

Exprimarea optimă este în CBO_5 aplicat masei de nămol activ, exprimat prin substanţa volatilă, deoarece această exprimare conţine cele mai reale aprecieri asupra substratului biodegradabil şi a părţii active din biomasă. Deoarece obţinerea datelor de laborator, inclusiv în această exprimare, necesită timp îndelungat, se preferă cealaltă formulare a parametrului (kg CCO/kg S.U.·zi).

Se mai utilizează în practică exprimarea intensităţii încărcării prin raportare la volumul de aerare (kg CCO/m^3·zi sau kg CBO_5/m^3·zi), dar această formulare nu arată cantitatea de biomasă, factorul activ în procesul de epurare biologică.

• vârsta nămolului activ, parametru care dă informaţii asupra activităţii nămolului şi se poate echivala cu timpul de retenţie a nămolului în bazinul de aerare (TRN):

$$TRN = \frac{\text{masă de nămol în aerotanc (kg)}}{\dfrac{\text{masă de nămol exced. (kg) + masă susp. efl. (kg)}}{\text{zi}}} \quad \text{[în zile]} \quad (12.1)$$

• raportul de recirculare, dependent de caracteristicile de sedimentare ale nămolului activ (I_n) şi de concentraţia de nămol activ C_n ce trebuie menţinută în bazinul de aerare.

$$R\% = \frac{100 \cdot C_n \cdot I_n \cdot 10^{-3}}{1 - C_n \cdot I_n \cdot 10^{-3}}. \quad (12.2)$$

Printr-o bună alegere a gradului de recirculare, se poate realiza menţinerea, pe cât posibil constantă, a celui mai important parametru tehnologic, şi anume cel al încărcării organice a nămolului activ;

• necesarul de elemente nutritive este, în general, asigurat prin apele fecaloid–menajere incluse în influentul unei staţii de epurare orăşeneşti. În cazul în care debitul apelor uzate industriale reprezintă peste 50% din debitul influent general, se pune problema aprovizionării influentului treptei biologice cu elemente biogene N, P, dacă verificarea concentraţiilor acestora demonstrează că există abateri ale rapoartelor CBO_5: N: P de la valorile optime 100: 5: 1;

• aerarea–furnizarea oxigenului necesar procesului aerob trebuie verificată periodic prin determinări de oxigen dizolvat „in situ". Existenţa unor concentraţii de oxigen dizolvat de peste 0,8 mg O_2/l demonstrează că este furnizat suficient oxigen pentru a compensa cerinţele de consum ale nămolului activ (respiraţia endogenă, g O_2/g S.U.·zi) şi pentru degradarea oxidativă a substratului (g O_2/g CBO_5 îndepărtat · zi).

— la decantorul secundar:

• timpul de decantare.

— la clorinarea finală:

• doza de clor.

În urma verificării indicatorilor cantitativi şi calitativi şi după calcularea parametrilor ce rezultă, se operează modificările necesare pentru ajustarea parametrilor în sensul apropierii valorilor de datele din proiect. De asemenea, se pot calcula eficienţele diferitelor trepte de epurare sau instalaţii, ca de pildă:

— eficienţa treptei mecanice în reţinerea materiilor în suspensie, diferenţiată pe:

• eficienţa deznisipatorului în reţinerea suspensiilor grele;

• eficienţa decantorului primar;

— eficienţa separatorului de grăsimi în îndepărtarea substanţelor extractibile din apa uzată;

— eficienţa treptei biologice în îndepărtarea substanţelor organice dizolvate (exprimate prin CCO, CBO_5, consum de permanganat) şi a suspensiilor;

— eficienţa clorinării, dacă există această tratare finală, în oxidarea substanţei organice remanente după epurarea biologică sau în distrugerea microorganismelor.

Pentru o bună exploatare există şi posibilitatea intervenţiei prin modificarea caracteristicilor operaţionale ale unor utilaje, cum ar fi de pildă:

— debitul pompelor din căminul de distribuţie, pentru o repartiţie uniformă şi egală a influentului pe mai multe decantoare primare;

— reglări de debite pe anumite tronsoane ale fluxului de epurare, prin acţionarea stavilelor plane;

— debitul de aer insuflat la deznisipator şi separatorul de grăsimi;

— debitul de aer insuflat în bazinele de aerare sau gradul de imersie al turbinelor;

— viteza de rotaţie a podului raclor la decantoarele primare şi secundare.

12.2. Metode de analiză

Determinarea indicatorilor de calitate a apei de epurat se face pe baza metodelor standardizate.

Metodele standardizate sunt metode de analiză tradiţionale, predominant manuale şi utilizând ca instrumente analitice colorimetre, *p*H-metre, conductometre.

În practica staţiilor de epurare care au posibilităţi financiare de dotare pot fi adoptate şi alte metode instrumentale, cu sensibilitate şi productivitate mai ridicate. Dintre metodele moderne se pot enumera:

— metode potenţiometrice bazate pe electrozi ioni-selectivi;

— spectrofotometrie cu absorbţie atomică în diferite variante;

— gaz–cromatografie eventual cuplată cu spectrometrie de masă;

— cromatografie în fază lichidă de înaltă performanţă;

— cromatografie cu schimbători de ioni;

— cromatografie în strat subţire.

12.3. Prelucrarea şi interpretarea datelor de laborator şi transpunerea lor în exploatarea staţiei de epurare

Măsurătorile şi analizele efectuate într-o staţie de epurare pentru ape uzate au următoarele obiective:

— obţinerea de date asupra evoluţiilor din reţeaua de colectare a apelor uzate pe baza bilanţurilor de apă şi de poluanţi (populaţie şi alţi beneficiari racordaţi la sistemele de alimentare cu apă şi de canalizare, pierderile de apă în reţelele de distribuţie, exfiltraţiile sau infiltraţiile în reţeaua de canalizare, descărcările de ape de răcire slab poluate, introducerea în canalizare a unor poluanţi cu efect perturbator asupra exploatării staţiei de epurare, performanţele instalaţiilor locale de preepurare de la anumiţi beneficiari etc.);

— efectul precipitaţiilor abundente (averse de ploaie, topirea bruscă a zăpezii) asupra influentului staţiei de epurare şi asupra exploatării acesteia;

— profilul variaţiei diurne a debitului de ape uzate şi a caracteristicilor acestora în condiţii de timp uscat;

— compararea datelor referitoare la debitele specifice de ape uzate evacuate pe timp uscat din diferite tipuri de localităţi cu valorile normale (publicate):

• zone rurale: 150 l/loc.·zi;

• oraşe cu câteva zeci de mii de locuitori: 200 l/loc.·zi;

• oraşe mari 300–400 l/loc.·zi

— compararea datelor referitoare la aportul mediu de poluanţi (suspensii, substanţe organice măsurate ca CBO_5, azot şi fosfor) cu valorile uzuale specificate în publicaţiile de specialitate;

— materialul reţinut pe grătare: 2–15 dm^3/loc.·an în funcţie de interspaţiul grătarelor;

— nisip: 5dm^3/loc.·an din zone de blocuri de locuinţe;

— suspensii: 60-80 g/loc.·zi în sistem separativ şi 70–80 g/loc.·zi în sistem de canalizare mixt;

— CBO_5: 50–70 g/loc.·zi în sistem de canalizare separativ şi 60–80 g/loc.·zi în sistem de canalizare mixt.

— azot: 10–15 g/loc.·zi;

— fosfor: circa 4 g/loc.·zi;

— stabilirea debitelor de poluanţi (calculate pe baza debitelor măsurate şi analizelor de ape uzate) care intră şi ies zilnic în şi din staţie cât şi în şi din fiecare dintre treptele acesteia; prin aceasta se obţin date cu privire la eficienţa de epurare atât pe ansamblul staţiei cât şi pe faze de epurare;

— determinarea parametrilor reali la care funcţionează diferitele componente ale staţiei şi compararea acestora cu valorile prevăzute în regulamentul de

exploatare al staţiei (în tabelul 12.1 sunt prezentate valorile uzuale ale acestor parametri);

Tabelul 12.1

Valori uzuale ale parametrilor de exploatare în staţiile de epurare

Treapta	Parametrul	Valori uzuale
Deznisipatoare	Viteza	0,3 m/s
Decantoare primare	Timpul de retenţie hidraulică	1,5 h
	Încărcarea de suprafaţă	1,5–1,6 $m^3/m^2 \cdot h$
Bazine de aerare	Volumul de sediment la 1 oră	80–120 ml/l
	Concentraţia suspensiilor	1–4 kg/m^3
	Indicele de volum al nămolului	50–100 cm^3
	Încărcarea organică (CBO_5) a nămolului	0,1– 1 kg/kg·zi
	Oxigenul dizolvat	peste 0,5 mg/l
	Rata de recirculare nămol activ	peste 50%
Decantoare secundare	Încărcarea de suprafaţă	0,8–1,2 m^3/m^2
Bazine de fermentare anaerobă a nămolului	Temperatura	32...35 °C
	Timpul de stabilizare	circa 30 zile

— evaluarea stării şi performanţelor utilajelor din staţie;

— determinarea tuturor cheltuielilor care intervin în exploatarea staţiei.

Pe baza datelor obţinute şi a comparării lor cu parametrii prevăzuţi în regulamentul de exploatare precum şi cu condiţiile cuprinse în autorizaţia de gospodărire a apelor, se stabilesc:

• măsurile necesare pentru optimizarea performanţelor în vederea respectării condiţiilor impuse la evacuare şi a minimizării costurilor;

• oportunitatea unor măsuri de extindere şi completare a staţiei şi costul realizării acestora.

Pentru o valorificare optimă a datelor obţinute prin măsurători şi analize, precum şi din evidenţe contabile, este deosebit de eficientă sintetizarea lor (pe baza registrelor tabelare) în diagrame prezentând variaţia în timp a valorilor pentru:

— debitele de ape uzate;

— debitele poluanţilor principali (suspensii şi CBO_5);

— încărcarea decantoarelor primare (timp de retenţie în ore şi încărcarea de suprafaţă în $m^3/m^2 \cdot h$);

— volumele de nămol primar evacuate;

— încărcarea volumică a bazinelor cu nămol activ (kg CBO^5/zi la 1 m^3 spaţiu de aerare);

— concentraţia nămolului activ în bazinele de aerare (kg/m^3);

— rata de recirculare a nămolului activ din decantoarele secundare spre bazinele de aerare (în procente din debitul intrat în treapta biologică);

— încărcarea masică a nămolului activ (kg CBO_5/zi la 1 kg substanţă uscată din nămol activ);

— indicele de volum al nămolului activ (cm^3/g);

— încărcarea superficială a decantoarelor secundare ($m^3/m^2 \cdot h$);

— cantităţile de nămol excedentar evacuate (kg/zi substanţă uscată);

— încărcarea volumică a biofiltrelor (kg CBO_5/zi la 1 m^3 de umplutură a biofiltrului).

În diagramele referitoare la încărcările diferitelor instalaţii este util să se prezinte în paralel şi variaţia eficienţelor de epurare realizate.

Diagramele referitoare la aspectele tehnologice trebuie completate cu un grafic care să evidenţieze totalul cheltuielilor efectuate în anumite perioade de timp (lună, trimestru sau semestru), cheltuieli care să fie raportate la volumul apelor uzate, numărul de locuitori echivalenţi şi, în măsura posibilităţilor, la cantităţile de poluanţi îndepărtate (lei/m^3, lei/loc.·an, respectiv lei/kg).

Desigur că evidenţa datelor de exploatare şi prelucrarea acestora pot fi considerabil uşurate prin folosirea calculatoarelor electronice.

În ceea ce priveşte intervenţia operatorilor în exploatarea staţiei pe baza datelor obţinute prin măsurători şi analize, aceasta se poate realiza manual sau prin folosirea unor sisteme de automatizare.

În staţiile de epurare a apelor uzate se utilizează funcţii automate pentru:

— pomparea apelor uzate (în funcţie de nivelul din bazinul de aspiraţie);

— îndepărtarea materialelor reţinute pe grătare, în separatoare de grăsimi şi în deznisipatoare (frecvenţa operaţiilor în funcţie de debitul apelor uzate sau de cantitatea de material separată);

— îndepărtarea nămolului din decantoarele primare (în funcţie de debitul apelor uzate, de nivelul nămolului, de concentraţia nămolului sau la intervale de timp programate);

— intensitatea aerării pentru oxigenare (în funcţie de concentraţia oxigenului, debitul apelor uzate sau prin operarea conform unui program prestabilit);

— recircularea nămolului activ (în funcţie de debitul apei uzate, de nivelul nămolului sau după un program prestabilit);

— evacuarea nămolului activ în exces (în funcţie de volumul zilnic de apă uzată, de concentraţia nămolului în bazinul de aerare sau după un program prestabilit);

— fermentarea anaerobă (prin controlul automat al temperaturii, al debitului de alimentare şi *p*H-ului);

— neutralizarea (pe baza semnalelor de senzori adecvaţi de *p*H, *r*H etc.).

12.4. Aparatură şi standarde de analiză utilizate în tratarea şi epurarea apelor

În domeniul tratării şi epurării apelor, în laboratoarele de analiză fizico-chimică, biologică şi microbiologică se determină diverşi indicatori de calitate, după diferite metodologii standardizate şi utilizând o scară largă de tipuri de aparate.

12.4.1. Standarde de analiză în vigoare

În laboratoarele autorizate ale staţiilor de tratare şi epurare se recomandă a fi avute în vedere utilizarea unor metode de analiză indicate în tabelul următor.

Tabelul 12.2

Indicatori de calitate

Nr. crt.	Indicator	Metoda de analiză în vigoare (STAS, SR sau SR ISO)			Tipul de aparat
		apă din surse de suprafaţă şi ape uzate	apă din sursă subterană şi apă tratată	tipul de analiză	
1	2	3	4	5	6
1	prelevare probe		2852/94		echipament de prelevat
2	gust, miros		6324/61		
3	temperatura		6325/61	instrumentală	termometru
4	*p*H		6325/75	instrumentală	*p*H-metru
5	culoare		6322/61	instrumentală	fotometru; spectrometru în vizibil
6	turbiditate		6323/88	instrumentală	turbidimetru
7	conductivitate electrică	7722/84		instrumentală	conductometru
8	oxigen dizolvat		6536/87	volumetric, instrumentală	oxigenometru
9	CCO-Mn	9887/94	3002/85	volumetric	
10	CCO-Cr	6954/64	3002/85	volumetric	baterie electrică de încălzire
11	CBO_5	6560/82		volumetric	termostat
12	alcalinitate şi aciditate		6363/76	volumetric	

Tabelul 12.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6
13	duritate		3026/76	volumetric	
14	calciu		3662/90	volumetric, absorbţie atomică	spectrometru de absorbţie atomică
15	magneziu		6674/77	spectrometric, absorbţie atomică	spectrometru în vizibil şi absorbţie atomică
16	sodiu	8295/69	3223/2/80	flamfotometric sau absorbţie atomică	flamfotometru, spectrometru de absorbţie atomică
17	potasiu	8295/69	3223/1/80	flamfotometric sau absorbţie atomică	flamfotometru, spectrometru de absorbţie atomică
18	cloruri	8663/70	3049/88	volumetric	
19	sulfaţi	8061/70	3069/87	gravimetric	cuptor electric, baie de nisip sau apă
20	amoniu	8683/70	6328/85	spectrometric	spectrometru vizibil
21	azotaţi	8900/1/71	3048/1/77	spectrometric	spectrometru vizibil
22	azotiţi	8900/2/71	3048/2/77	spectrometric	spectrometru vizibil
23	azot total	7312/83		spectrometric	spectrometru vizibil
24	fosfaţi	10064/75	3265/86	spectrometric	spectrometru vizibil
25	cobalt	8288/69		spectrometrie şi absorbţie atomică	spectrometru în vizibil şi absorbţie atomică
26	nichel	7987/67			
27	cupru	7795/80	3224/69		
28	zinc	8314/87	6327/81		
29	cadmiu	5961/95	5961/95		
30	plumb	8637/79	6362/85		
31	molibden	11422/84			
32	argint	8190/68			
33	fier	8634/70	3086/68		
34	mangan	8662/70	3254/81		
35	aluminiu	9411/83	6326/90		
36	crom	7884/91			
37	seleniu		12663/88		
38	mercur	8045/79	10267/89		

Tabelul 12.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6
39	siliciu	9375/73	3225/61	spectrometric	spectrometru în vizibil
40	fluoruri	8910/71	6673/62	volumetric şi spectrometric	spectrometru în vizibil
41	arsen	7885/67		spectrometric sau absorbţie atomică	spectrometru în vizibil şi absorbţie atomică
42	cianuri	7685/79	10847/77	spectrometric	spectrometru în vizibil
43	fenoli	7167/92	10266/87	spectrometric	
44	paranitrofenol	13218/95		spectrometric	
45	sulfocianuri	13183/95		spectrometric	
46	detergenţi	7875/1;2/84		spectrometric	spectrometru în vizibil
47	sulfuri	7510/66		volumetric sau spectrometric	
48	clor rezidual		6364/78	volumetric	trusă de clor, spectrometru
49	bariu		10258/75	spectrometric	spectrometru în vizibil
50	pesticide organo-clorurate		12650/88	gaz cromatografie	gaz cromatrograf
51	substanţe extractibile	7587/66		spectrometric	spectrometru în vizibil
52	produse petroliere	7877/87		spectrometric şi gravimetric	etuvă, spectrometru în vizibil
53	toluen	8484/69		spectrometric	spectrometru în vizibil
54	anilină	8507/70			
55	naftalină	8562/70			
56	hidrazină	8563/70			
57	sulfură de carbon	8581/70			
58	α şi β naftol	8582/70			
59	sulf mercaptanic	8684/70			
60	furfurol	8685/70			
61	chinolină	8716/70			
62	uree	13252/95			
63	benzaldehidă	8717/70			

Tabelul 12.2 (continuare)

1	2	3	4	5	6
64	compuşi hidroxiaromatici	8891/71		gaz cromatografie	gaz cromatograf
65	fenil β naftilamină	11139/78		spectrometric	spectrometru în vizibil
66	determinare biodegradabilitate detergenţi	9888/74			
67	carbon organic total	8285/95		instrumental	analizor de carbon organic
68	apă utilizată în laboratoare analitice	3696/95			aparat distilat şi bidistilat apă
69	reziduu fix	3638/76		gravimetric	etuvă electrică, baie de apă electrică
70	materii în suspensie, pierdere la calcinare		6953/81	gravimetric	baie de apă electrică, etuvă electrică, cuptor electric
71	doze de reactivi pentru tratare			metoda jar-test	agitator multiplu
72	nitroetilbenzen	13208/94		spectrometric	spectrometru în vizibil
73	doză de clor pentru dezinfecţie		13158/93		spectrometru în vizibil
74	analiză biologică		6329/90		centrifugă electrică, microscop binocular
75	analiză bacteriologică	3001/91	3001/91		microscop binocular, autoclav, termostat

12.4.2. Aparatura necesară

Se prezintă aparatura minim necesară şi aparatura specială necesară dotării laboratoarelor de analize fizico–chimice, biologice şi microbiologice:

Dotarea obişnuită se face pentru laboratoarele din staţii de tratare şi epurare şi cuprinde:

— pentru laboratoare fizico–chimice:
- balanţă tehnică;
- balanţă analitică;
- cuptor electric;
- etuvă termoreglabilă;
- termostat electric, baie de apă (electrică sau nu);
- agitator multiplu (4 sau 6 agitatoare) cu posibilitate de reglare a turaţiei;
- agitator electric şi/sau magnetic;
- *p*H-metru, de teren şi laborator;
- conductometru, de teren şi laborator;
- echipament pentru recoltat probe de apă de suprafaţă şi de adâncime;
- spectrometru în vizibil;
- echipament de prelucrat date;
- trusă de termometre;
- trusă de densimetre;
- ceas autostop;
- cronometru;
- aparat distilat şi bidistilat apa;

— pentru laboratoare de biologie:
- echipament de prelevare probe;
- disc Secchi;
- microscop binocular cu micrometru ocular;
- balanţă analitică;
- balanţă tehnică;
- centrifugă;
- echipament prelucrare date;

— pentru laboratoare de microbiologie:
- incubator (0...50 °C);
- autoclav;
- microscop binocular cu micrometru ocular;
- balanţă analitică;
- balanţă tehnică;
- echipament prelucrare date.

Dotarea specială se face pentru laboratoarele de cercetare şi din staţiile mari şi cuprinde:
- spectrometru în ultraviolet;
- spectrometru în infraroşu;
- flamfotometru;
- spectrometru cu absorbţie atomică (cu flacără, cu cuptor de grafit, cu generator de hidrură);
- gaz sau lichid cromatograf;
- ionometru cu electrozi ioni selectivi;
- analizor de carbon organic total;
- analizor pentru compuşi organici cu halogeni (AOX);
- stereomicroscop.

12.4.3. Calităţi tehnice şi performanţe ale principalelor aparate

Aparatura necesară dotării laboratoarelor staţiilor de tratare şi epurare trebuie să îndeplinească anumite norme de calitate şi performanţă.

Balanţă tehnică:
— domeniu de cântărire: 0–1 kg;
— precizie: ±0,1 g;
— limita minimă de citire: 0,1 g;
— cutie cu greutăţi până la 1 kg;

Balanţă analitică:
— domeniu de cântărire: 0–200 g;
— precizie: ±0,0002 g;
— limita minimă de citire: 0,0001 g;
— dotare cu autozero;
— dotare cu adaptor pentru sursa de curent.

Cuptor electric:
— prevăzut cu termostat;
— domeniu de temperatură: 0...800 °C; 0...1 200 °C;
— precizie: ±1 °C;
— limita minimă de citire a temperaturii: 50 °C;
— timp de încălzire de la temperatura camerei până la 100 °C în 20 minute.

Etuvă termoreglabilă şi pupinel:
— în regim de aer uscat;
— domeniu de temperatură: 0...200 °C;
— prevăzută cu termostat şi termometru;
— control şi reglaj de temperatură;
— cu 2–3 rafturi în interior;
— pereţi dubli, rezistenţi la coroziune.

Pupinel:
— în regim de aer umed cu aceleaşi caracteristici ca mai sus.

Termostat electric şi incubator electric:
— domeniu de temperatură: temperatura mediului 0...60 °C;
— prevăzut cu termostat;
— uniformitate: ±0,5 °C;
— afişarea temperaturii cu termometru;
— precizie ±0,5 °C.

Agitator multiplu:
— număr de poziţii de agitare independente 4–6;
— posibilitate de variaţie a vitezei de rotaţie în domeniul 60–40 ture/min şi 140–160 ture/min.

Agitator electric:
— domenii de viteză:
• 0–2 000 rot/min
• 0–1 000 rot/min
— cu şi fără încălzire.

Agitator magnetic:
— domeniu de viteză: 100–1 000 rot/min;
— număr poziţii de amestecare: 1;
— volumul: 10–1 000 ml;
— volum maxim de amestecare: 1 000 ml.

pH–metru:
— afişaj digital sau scală gradată în unităţi de *p*H, mV;
— reglaj de temperatură în funcţie de temperatura mediului;
— domenii de măsură:
• unităţi *p*H: 0–14
• mV: 0–4 mV
— limita de citire: 0,1 sau 0,01 unităţi *p*H;
— prevăzut cu 1 sau 2 electrozi (în funcţie de tipul aparatului);
— prevăzut cu soluţii standard de etalonare.

Conductometru:
— prevăzut cu mai multe domenii de măsură:
• 0–20 μS
• 0–200 μS
• 0–2 000 μS
— precizie: ±0,5%;

— domeniul de *p*H acoperit: 0–14;
— reglaj pentru temperatură în funcţie de temperatura mediului;
— soluţii standard pentru etalonare.

Turbidimetru:
— domeniu de măsură: 0–2;0–20;0–200 NTU;
— rezoluţie: între ±0,01 şi ±0,1 NTU;
— acurateţe: ±0,2–0,5% pe întreaga scară;
— soluţii etalon.

Centrifugă:
— indicator de control al vitezei de rotaţie;
— viteza de rotaţie în domeniul 0–3 000 rot/min;
— prevăzut cu rotor şi eprubete cu capacitate 80–100 ml.

Microscop binocular:
— prevăzut cu micrometru ocular;
— mărire de 1 500 sau 2 000 de ori.

Autoclav:
— sterilizare cu căldură umedă şi sub presiune;
— alimentare cu gaze sau electrică;
— limita maximă de temperatură: 140...200 °C;
— sterilizare: în 60 minute;
— uscare: în 30 minute;
— prevăzut cu manometru.

Spectrometru în vizibil:
— domeniul de măsură (al lungimii de undă): 300–700 nm;
— precizia lungimii de undă: ±1 nm;
— domeniul fotometric: 0–120%;0–2,000A;
— fanta: 10 nm;
— lampa sursă: cuarţ–halogen;
— detector: fotocelulă cu siliciu.

Spectrometru în infraroşu:
— domeniul lungimii de undă: 4 000–600 cm^{-1};
— precizia lungimii de undă: ±3 cm^{-1};
— lampa sursă: nichel–crom;
— domeniul fotometric: transmitanţa (%), absorbţie.

Spectrometru cu absorbţie atomică:
— domeniul lungimii de undă: 190–900 nm;
— precizia lungimii de undă: ±2 nm;
— reproductibilitatea lungimii de undă: ±0,1nm;

— fanta: 0,2; 0,7 sau 2,0 nm (la alegere);
— monocromator;
— cuptor de grafit (la cerere);
— generator de vapori reci (la cerere);
— combustibil: acetilenă, argon etc.;
— compresor de aer;
— computerizare (monitor, imprimantă – la cerere).

Spectrometrul cu absorbţie atomică se utilizează pentru determinarea următoarelor elemente:

— absorbţie atomică în flacără: aluminiu, stibiu, bariu, cadmiu, calciu, crom, cobalt, cupru, aur, fier, plumb, litiu, magneziu, mangan, molibden, nichel, platină, potasiu, argint, sodiu, zinc;

— absorbţie atomică cu formare de hidrură: arsen, mercur, seleniu, stibiu, staniu, bismut, telur;

— cu cuptor de grafit se pot determina toate metalele care se determină în flacără.

Pentru fiecare element există o lampă specială, cu o anumită limită de detecţie, sensibilitate şi domeniu de concentraţii şi soluţii etalon.

Flamfotometru:
— domeniul de măsură: 0–100 ppm pentru sodiu, potasiu, litiu;
— linearitate: >2%;
— viteză de aspiraţie: 2–6 ml/min;
— stabilizarea citirii: ~ 8 secunde;
— sursa de aer: 6 l/min la 14 psi;
— combustibil: propan, butan, amestec propan/butan la aproximativ 30 psi.

Ionometru:
— cu diferiţi electrozi ioni selectivi pentru determinarea următorilor indicatori: *p*H, temperatură, oxigen, amoniu, brom, cloruri, azotaţi etc.

Oxigenometru portabil:
— domeniul de concentraţie: 0,0–19,9 mg/l;
— rezoluţie: 0,1 mg/ l;
— precizie: ± 2%;
— domeniul de temperatură: –30 °C...+150 °C;
— rezoluţie la temperatură: ± 0,1 °C;
— precizie: ± 0,5 °C;
— compensarea automată a temperaturii: 0...40 °C.

Gaz cromatograf cu:
— detector cu captură de electroni (ECD):
• limită de detecţie: 1 ppb;
• coloana: umplută cu încărcătură specială;
• domeniu de temperatură: 25...300 °C;
• valori pentru viteza de încălzire şi răcire;
• control al debitului de gaz.

Se utilizează pentru determinarea următorilor compuşi: molecule electronegative (compuşi cloruraţi, bromuraţi, fluoruraţi), tetraclorura de carbon, bromoform, pesticide (DDT).

— detector cu ionizare în flacără (FID):
• limite de detecţie: 100 ppb;
• coloana: umplută cu încărcătură specială;
• domeniu de temperatură: 25...300 °C;
• valori pentru viteza de încălzire şi răcire;
• control al debitului de gaz.

Se utilizează pentru determinarea hidrocarburilor poliaromatice, hidrocarburi petroliere, fenoli etc.

— detector cu azot-fosfor (NPD):
• limite de detecţie: 10 ppb;
• coloana: umplută cu încărcătură specială;
• domeniu de temperatură: 25...300 °C;
• valori pentru viteza de încălzire şi răcire;
• control al debitului de gaz.

Se utilizează pentru determinarea compuşilor cu sulf, azot şi fosfor, droguri, erbicide cu azot sau fosfor (ex. malationul).

Aparat distilat şi bidistilat apa: — distilare electrică sau trecere prin schimbători de ioni.

12.5. Dimensionarea personalului de laborator

În condiţiile rolului crescând al laboratorului în pilotarea staţiei de epurare, stabilirea personalului de laborator (număr, specialitate, nivel de pregătire) capătă importanţă.

În general, această dimensionare poartă amprenta situaţiei locale a staţiei de epurare.

Având în vedere analizele necesar a fi efectuate, frecvenţa acestora, secţiunile de control, prelucrarea şi interpretarea datelor, în tabelul 12.3 se prezintă

o propunere orientativă, în funcție de dimensiunile stației de epurare. Dimensionarea este recomandată având în vedere o stație de epurare cu o tehnologie complexă de funcționare.

Tabelul 12.3

Personal necesar pentru o stație de epurare de tip mecano–biologic, inclusiv cu prelucrarea nămolului

Specialitate	100 l/s – 400 l/s				500 l/s – 900 l/s				peste 1 000 l/s			
	S_I	S_{II}	S_{III}	Total	S_I	S_{II}	S_{III}	Total	S_I	S_{II}	S_{III}	Total
Ing. tehnolog	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Chimist	1	0	0	1	1	1	0	2	1	1	1	3
Biolog	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2
Tehnician chimist	1	1	0	2	1	1	1	3	2	1	1	4
Tehnician biolog	1	0	0	1	1	1	0	2	1	1	1	3
Laborant chimist	1	1	1	3	2	1	1	4	2	2	1	5
Laborant biolog	1	1	0	2	1	1	1	3	2	1	1	4
Probagiu	1	1	1	3	1	1	1	3	2	1	1	4
Total	6	4	2	12	8	6	4	18	12	8	6	26

Notă: S_I – schimbul I; S_{II} – schimbul II; S_{III} – schimbul III.

La această dimensionare s-au avut în vedere analizele curente necesar a fi efectuate, analizale speciale, frecvențele de recoltare și secțiunile de control.

Aceste elemente se stabilesc în general pentru fiecare stație în parte, în cadrul regulamentului de exploatare.

Unele dintre aceste elemente s-au prezentat anterior. În ceea ce privește frecvența de analiză pentru indicatorii specifici, se prezintă spre orientare în tabelul 12.4 propunerea normativului francez (menționat într-un capitol anterior). Se observă că această frecvență de analiză depinde de mărimea stației de epurare (numărul de locuitori echivalenți) și de sensibilitatea zonei în care este situată stația.

Tabelul 12.4

Frecvențe de măsurări la stație (număr de zile pe an)

CBO_5 kg/zi*	120–600	601–1 800	1 801–3 000	3 001–6 000	6 001–12 000	12 001–18 000	> 18 000
Număr de locuitori echivalenți	> 2 000	> 10 000	> 30 000	> 50 000	> 100 000	> 200 000	> 300 000
Caz general							
Debit	365	365	365	365	365	365	365
TSS	12	24	52	104	156	260	365
CBO_5	4	12	24	52	104	156	365
CCO	12	24	52	104	156	260	365
ATK	–	6	12	24	52	104	208
NH_4^+	–	6	12	24	52	104	208
NO_2^-	–	6	12	24	52	104	208
NO_3^-	–	6	12	24	52	104	208
PT	–	6	12	24	52	104	208
Nămol**	4	24	52	104	208	260	365
Zonă sensibilă la azot							
ATK***	–	12	24	52	104	208	365
NH_4^+	–	12	24	52	104	208	365
NO_2^-	–	12	24	52	104	208	365
NO_3^-	–	12	24	52	104	208	365
Zonă sensibilă la fosfor							
PT	–	12	24	52	104	208	365

* Încărcare brută de poluant organic primită de stație, exprimată în kg/zi de CBO_5.
** Cantitate de substanță organică (SU).
*** În acest caz particular, măsurarea în amonte a diferitelor forme de azot se poate asimila cu măsurarea Azotului Total Kjeldhal.

13
COSTUL APEI EPURATE

Exploatarea staţiilor de epurare se reflectă în costul epurării apei (lei/m^3 apă epurată), în condiţiile în care se realizează integral indicii stabiliţi, conform normelor în vigoare pentru primirea apelor epurate în receptor.

Cheltuielile anuale de exploatare se calculează cu relaţia:

$$A = a + b + c + d + e + f + g + h - V, \qquad (13.1)$$

în care: A este totalul cheltuielilor care se fac în timp de un an pentru exploatarea tehnică a staţiei de epurare;

a – cotele de amortisment ale staţiei de epurare;

b – costul energiei electrice necesare pentru: pompare, mişcarea mecanismelor, iluminat, semnalizări, încălziri tehnologice etc.;

c – costul combustibililor şi energiei calorice consumate la fermentare, deshidratare, dezgheţare şi încălzit;

d – costul reactivilor folosiţi pentru epurare, dezinfecţie şi deshidratare;

e – costul apei potabile şi de incendiu sau alte folosinţe;

f – cheltuieli de transporturi tehnologice;

g – retribuţii şi alte drepturi băneşti ale personalului;

h – cheltuieli generale de exploatare şi administrative, indirect legate de exploatarea tehnică;

V – venituri rezultate din valorificarea produselor.

Costul energiei electrice se stabileşte pentru fiecare obiect, luând consumul pe durata de funcţionare respectivă; calculul se face pentru consum anual în vigoare la data proiectului sau a exploatării.

Costul energiei calorice se stabileşte pentru fiecare obiect, în funcţie de sursele de energie folosite.

Costul reactivilor se stabileşte pentru fiecare material, pe obiect: se aplică preţurile de la magazia staţiei de epurare.

Costul apei potabile şi pentru combaterea incendiilor sau alte folosinţe se apreciază pe baza altor staţii de epurare similare.

Cheltuielile de transport privesc evacuarea gazelor, nămolului şi depunerilor la locul de depozitare şi consum.

Retribuţiile şi alte drepturi băneşti ale personalului se stabilesc conform indicaţiilor oficiale şi experienţei pentru staţii similare.

Veniturile pot rezulta din vânzarea gazelor produse prin fermentare, a nămolului deshidratat, a nisipului de la deznisipatoare şi a grăsimilor reţinute în separatoarele de grăsimi.

Toate cheltuielile arătate se stabilesc în proiect pentru fiecare variantă de staţie de epurare studiată şi pentru fiecare etapă de dezvoltare a acesteia.

Costul apei epurate se stabileşte cu relaţia:

$$C = \frac{A}{Q} \ [\text{lei/m}^3], \qquad (13.2)$$

în care: A reprezintă cheltuielile anuale de exploatare;

Q – cantitatea totală de apă epurată într-un an, în m^3.

14
MĂSURAREA DEBITELOR

14.1. Generalităţi

Pe parcursul lucrării s-a evidenţiat de mai multe ori necesitatea măsurării debitelor pentru o eficientă exploatare a echipamentelor din staţiile de epurare.

În acest capitol se vor prezenta elemente necesar a fi avute în vedere în activitatea de măsurare a debitelor de ape uzate.

La alegerea metodelor şi mijloacelor pentru măsurarea debitelor se au în vedere următoarele considerente principale:

— pentru ca măsurarea debitelor să se poată face în condiţii bune şi cu precizia cerută, este necesar să existe posibilitatea amplasării corecte a instalaţiilor de măsurare care necesită anumite gabarite. Condiţiile de gabarit sunt impuse de cele mai multe ori de necesitatea *uniformizării regimului de scurgere a curentului de apă în dreptul secţiunii de măsurare*. De obicei, este necesară asigurarea în amonte de secţiunea de măsurare (de multe ori şi în aval) a unei porţiuni rectilinii, fără obstacole perturbatoare, care să influenţeze nefavorabil scurgerea.

Privită sub acest aspect, problema realizării instalaţiilor de măsurare a debitului este relativ simplă, la folosinţele pentru care în faza de proiectare au fost prevăzute dispozitive pentru măsurarea debitelor şi condiţii de gabarit adecvate. Mai complicată este introducerea acestor instalaţii la folosinţele în exploatare sau în curs de construcţie, la care, în schemă, nu a fost prevăzută posibilitatea măsurării debitelor;

— la alegerea celor mai adecvate mijloace de măsurare o pondere importantă o au *pierderile de sarcină* în instalaţiile de măsurare. În general, mijloacele de măsurare cele mai uzuale şi mai comode sunt cele în care o pierdere de sarcină sau o diferenţă de nivel în secţiunea de măsurare este minimă. Ca atare, trebuie verificat dacă pierderea de sarcină efectivă poate fi suportată fără perturbaţii în ansamblul circuitului de aducere sau restituire a apei;

— alegerea şi amplasarea instalaţiilor de măsurare a debitelor sunt condiţionate, de asemenea, de *calitatea apelor*. De exemplu, apa cu un conţinut important de materiale în suspensie sau de material târât (caz curent la captarea apelor de suprafaţă) elimină posibilitatea adoptării anumitor tipuri de instalaţii de măsurare. De asemenea, apele care conţin substanţe corosive impun măsuri speciale la construcţia instalaţiilor de măsurat.

Varietatea sistemelor de captare şi evacuare a apei, cât şi consideraţii de ordin energetic, impun o varietate corespunzătoare de sisteme de măsurare a debi-

tului, astfel încât într-un caz dat, în funcţie de multitudinea parametrilor de care trebuie ţinut seama, se recomandă un anumit mijloc de măsurare.

Acest lucru este deosebit de important, atât la folosinţele în exploatare, la care trebuie introdusă evidenţa debitelor, cât şi la folosinţele noi aflate în faza de proiectare sau care urmează a se proiecta şi construi, întrucât un mijloc de măsurare greşit, introdus în reţea, poate duce la neajunsuri dintre cele mai diverse, începând de la dereglarea circulaţiei apei, cu consecinţele ce decurg din aceasta, şi până la obţinerea unor rezultate eronate ale măsurătorilor de debit. De aceea, în vederea introducerii hidrometriei pentru evidenţa conducerilor şi restituţiilor de apă se impune:

— *reglementarea criteriilor de alegere a mijloacelor de măsurare optimă*, într-un caz dat, în funcţie de parametrii circuitului de apă;

— *uniformizarea relaţiilor de dimensionare* a mijloacelor de măsurare a debitelor şi a altor elemente privind proiectarea, montarea şi exploatarea, respectiv, a instrucţiunilor de folosire a acestora.

Sintetizând, măsurarea şi evidenţa debitelor urmăresc ca obiective importante:

— gospodărirea operativă a apelor prin controlul debitelor captate şi evacuate la folosinţe, în vederea:

• verificării şi respectării autorizaţiilor şi acordurilor de gospodărire a apelor la folosinţele de apă;

• stabilirii măsurilor operative pentru eliminarea risipei de apă şi reducerea pierderilor;

• controlului aplicării de restricţii în alimentarea cu apă a folosinţelor în perioade de secetă, conform planurilor de exploatare;

— stabilirea şi urmărirea respectării normelor de folosire a apei (indici privind necesarul, cerinţa şi consumul specific etc.) ale diferitelor categorii de folosinţe, care sunt necesare pentru:

• activitatea de autorizare a folosinţelor;

• activitatea de proiectare şi avizare a lucrărilor în domeniul apelor;

• activitatea de planificare pentru evaluarea preliminară a cerinţelor de apă;

— urmărirea exploatării raţionale a apelor subterane în scopul extragerii debitelor de apă fără a se depăşi viteza critică de curgere a apei în strat;

— distribuirea şi reglarea cantităţilor de apă, în sisteme amenajate, conform cerinţelor planificate şi a scopului urmărit (problema tarifării – taxării apelor).

— urmărirea indicilor de calitate ai apelor epurate care constituie indicatori ai autorizaţiei de funcţionare.

— stabilirea corecţiilor ce trebuie aduse datelor hidrometrice de la posturile din reţeaua hidrologică de stat, influenţate prin lucrări de captare sau de

evacuare pentru folosinţele de apă, în vederea stabilirii regimului natural şi a verificării bilanţului.

Realizarea acestor obiective reprezintă una dintre condiţiile necesare pentru ca sursele de apă, care reprezintă o mare bogăţie naturală (apa lor fiind utilizabilă practic în toate ramurile economiei naţionale), să fie folosite cu maximum de eficacitate pentru dezvoltarea economică a ţării şi, totodată, să fie asigurată protecţia lor ca factor al mediului înconjurător.

14.2. Instalaţii de măsurare a debitelor

Mijloacele de măsurare a debitelor de apă sunt dispozitive specifice unei metode de măsurare (a debitului de apă), care indică sau înregistrează în timp debitul sau volumul de apă ce traversează secţiunea curentului în dreptul căreia sunt instalate. Un mijloc de măsurare a debitului de apă se compune din două părţi distincte:

— elementul primar (de bază) – un dispozitiv sau instalaţie în contact cu apa în mişcare supusă măsurării, care generează sau pune în evidenţă, într-un mod specific, o mărime caracteristică (diferenţă de presiune sau de nivel, volum etc.), variabilă cu debitul;

— elementul secundar (auxiliar) – un dispozitiv, instalaţie sau aparatură, prin intermediul căreia mărimea caracteristică se poate citi, transforma în debite sau în volume, cu sau fără înregistrare simultană a mărimilor citite sau prelucrate.

Elementul primar determină apartenenţa unui mijloc de măsurare la o metodă sau alta de măsurare a debitului. Elementul secundar nu este specific metodei de măsurare a debitului, aceluiaşi element primar putându-i-se ataşa dispozitive auxiliare funcţionând pe principii diferite.

Se deosebesc două feluri de mijloace de măsurare:

— mijloace de măsurare normalizate: mijloace de măsurare special dimensionate şi instalate cu destinaţia de a măsura debite, după relaţii de calcul şi norme consacrate. Trasarea curbei caracteristice (adică reprezentarea grafică a debitului în funcţie de mărimea caracteristică) se poate face în aceste cazuri direct prin calcul, fără etalonări prealabile;

— mijloace de măsurare improvizate: construcţii, instalaţii sau echipamente existente pe traseul unui circuit de apă, având altă destinaţie funcţională decât aceea de a măsura debitele de apă şi care pot fi amenajate pentru măsurarea debitelor de apă prin introducerea unui aparataj auxiliar şi cu o etalonare corespunzătoare pentru determinarea curbei caracteristice.

Mijloacele de măsurare pot fi fixe sau mobile, în funcţie de scopul urmărit. Astfel, pentru scopuri de exploatare (sau etalonări la stand) se utilizează mijloace de etalonare fixe, care se ataşează circuitului respectiv şi au funcţionarea continuă,

astfel încât, mărimea caracteristică, debitul sau debitul integrat se poate afla în aparatajul auxiliar respectiv în momentul dorit.

Pentru tarări „in situ" sau evaluări ocazionale ale debitului se utilizează în schimb mijloace de măsurare comportând aparatură şi instalaţii mobile, care se ataşează circuitului pe o perioadă scurtă, în scopul măsurării debitului numai la un moment dat. Determinarea debitului în aceste cazuri nu este imediată, necesitând de obicei un program complex de determinări şi prelucrări ulterioare, în scopul obţinerii mărimii caracteristice sau debitului care a traversat secţiunea de măsurare la data efectuării măsurătorii.

Sistemul de curgere, adică modul în care se produce curgerea în raport cu condiţiile de contact, este un element important în hidrometrie, majoritatea mijloacelor de măsurare fiind specializate numai printr-un anumit sistem. Se deosebesc:

— sistem (de curgere) cu nivel liber, în care lichidul în mişcare are o suprafaţă liberă în contact cu atmosfera sau cu un gaz (de exemplu, un canal sau o conductă parţial umplută cu apă);

— sistem (de curgere) sub presiune, în care fluidul în mişcare umple complet spaţiul de curgere (de exemplu, conductă umplută cu apă).

Calitatea apei de măsurat, sub aspectul conţinutului solid, are de asemenea importanţă în măsurarea debitelor. Deosebim astfel:

— apă limpede: apă care nu are suspensii ce se depun atunci când lichidul este în repaus;

— apă cu suspensii: apă care conţine suspensii solide, a căror depunere nu se produce în limitele vitezelor de lucru din dreptul secţiunii de măsurare;

— apă cu material târât: apă cu un conţinut solid ce se depune sau este târât de către curentul de apă în limitele vitezelor de lucru din dreptul secţiunii de măsurare.

Se deosebesc următoarele metode mai importante pentru măsurarea debitelor de apă:

— metoda geometrică;
— metoda volumetrică;
— metoda gravimetrică;
— metoda modificării secţiunii de curgere;
— metoda centrifugală;
— metoda explorării câmpului de viteze;
— metoda rezistenţei la înaintare a corpurilor;
— metoda injectării;
— metoda loviturii de berbec;
— metoda electromagnetică;
— metoda termoelectrică;
— metoda ultrasonică.

Definiția metodelor de măsurare enumerate mai sus este dată în mod centralizat în tabelul 14.1.

Din multiplele instalații concepute pentru măsurarea debitelor vor fi prezentate câteva mai semnificative.

14.3. Instalații de măsurare a debitelor pe canale cu scurgere liberă

Dintre instalațiile cele mai utilizate pentru măsurarea debitelor transportate pe canale cu scurgere liberă se menționează: *deversoarele și canalele de măsurare*.

Măsurarea debitelor cu ajutorul deversoarelor. Curgerea peste un deversor are loc ca urmare a diferenței de nivel a suprafeței apei, între partea amonte și aval a acesteia, debitele deversate depinzând de elementele geometrice și hidraulice ale deversorului.

După forma profilului transversal, deversoarele se clasifică în trei categorii:

— deversoare cu perete subțire (sau cu muchie ascuțită);
— deversoare cu profil practic;
— deversoare cu prag lat.

Dintre aceste categorii de deversoare, în practica măsurării debitelor se utilizează cel mai mult deversoarele cu perete subțire, datorită construcției lor extrem de simple și faptului că formulele stabilite pentru calculul debitelor scurse peste aceste deversoare dau rezultate suficient de exacte.

În privința secțiunii de curgere a deversoarelor cu pereți subțiri, cele mai utilizate sunt deversoarele dreptunghiulare și triunghiulare și, în mai mică măsură, cele trapezoidale și circulare. Rezultatele experimentale pentru aceste tipuri de deversoare au fost obținute pentru cazul în care fundul canalului în zona secțiunii de măsurare este orizontal, iar pereții care formează deversorul este vertical și, în același timp, perpendicular pe pereții laterali ai canalului de acces.

Pentru ca deversorul să fie considerat cu perete subțire, trebuie ca grosimea peretelui să nu depășească $0{,}65\,h$, în care h este înălțimea lamei de apă care trece prin deversor.

Grosimea muchiei deversorului trebuie să fie mai mică de 2 mm și se realizează în mod obișnuit din oțel, indiferent din ce material este confecționat peretele deversorului. Trecerea de la grosimea crestei deversorului la grosimea peretelui propriu-zis se face sub un unghi de 60°, pentru a se elimina tendința de aderență la perete a lamei deversante (fig. 14.1).

Tabelul 14.1

Caracteristicile metodelor de măsurare a debitelor de apă

Nr. crt.	Termen	Noțiune	Mărimi caracteristice
1	2	3	4
1.	Metoda geometrică	Metodă care folosește legătura funcțională între debit și mărimi caracteristice, geometrice și hidraulice ale curgerii.	— secțiune udată; — raza hidraulică; — panta hidraulică.
2.	Metoda volumetrică	Metodă care folosește legătura între debit și timpul în care se scurge un volum de apă măsurabil sau cunoscut.	$\frac{\text{volum}}{\text{timp}}$
3.	Metoda gravimetrică	Metodă care folosește legătura între debit și timpul în care se scurge o masă de apă.	$\frac{\text{masă}}{\text{timp}}$
4.	Metoda micșorării locale a secțiunii de curgere	Metodă care folosește legătura funcțională dintre debit și o înălțime de apă, diferență de presiune, produsă la trecerea curentului printr-un dispozitiv care micșorează local secțiunea de curgere.	— înălțime de apă; — diferență de nivel; — diferență de presiune.
5.	Metoda centrifugală	Metodă care folosește legătura funcțională dintre debit și diferența de presiune ce se crează între latura convexă și latura concavă a scurgerii, în aceeași secțiune transversală, atunci când curentul de apă parcurge o curbă.	— diferență de presiune.
6.	Metoda explorării câmpului de viteze	Metodă bazată pe determinarea distribuției vitezelor sau a vitezei medii într-o secțiune de apă.	— viteză locală; — viteză medie.
7.	Metoda rezistenței la înaintare a corpurilor	Metodă care folosește legătura funcțională dintre debit și mărimea deplasării unui corp de formă specială, sub acțiunea curentului de apă în care este introdus.	— deplasare
8.	Metoda injectării	Metodă în cadrul căreia debitul se determină cu ajutorul unei soluții saline, colorate sau radioactive, introdusă în curentul de apă.	—

Tabelul 14.1 (continuare)

1	2	3	4
8.1.	Metoda diluției cu debit de injectare constant	Metodă de injectare bazată pe introducerea în curentul de apă a unui debit constant, cunoscut, dintr-o soluție salină, colorată sau radioactivă de concentrație necunoscută, și măsurarea concetrației amestecului într-o secțiune din aval în care acesta s-a efectuat complet.	— concentrația amestecului.
8.2.	Metoda diluției cu injectare instantanee	Metodă de injectare bazată pe introducerea instantanee în curentul de apă a unei soluții de volum și de concentrație cunoscute și măsurarea evoluției în timp a concentrației amestecului, într-o secțiune din aval a curentului, în care acesta s-a efectuat complet.	— concentrația amestecului; — timp.
8.3.	Metoda trasorului	Metodă de injectare bazată pe introducerea instantanee în curentul de apă a unei soluții denumite trasor și determinarea timpului de trecere a intensității maxime a amestecului de apă—trasor, între două secțiuni din aval, situate la o distanță cunoscută una de alta.	— intensitatea amestecului; — timp.
9.	Metoda loviturii de berbec	Metodă bazată pe producerea unor suprapresiuni într-o conductă forțată, prin închiderea unui obturator în aval și înregistrarea variației în timp a suprapresiunii.	— suprapresiune; — timp.
10.	Metoda electromagnetică	Metodă care folosește legătura funcțională dintre debit și forța electromotoare indusă, atunci când curentul de apă traversează un câmp magnetic.	— forță electromotoare.
11.	Metoda termoelectrică	Metodă care folosește proporționalitatea dintre debit și diferența de temperatură înainte și după încălzirea electrică a unui conductor introdus în curentul de apă.	— diferență de temperatură.
12.	Metoda ultrasonică	Metodă care folosește proporționalitatea dintre debit și viteza de propagare a ultrasunetelor emise în curentul de apă.	— viteza de propagare a ultrasunetelor.

În privința tehnicii măsurătorilor, se menționează că înălțimea lamei deversante h, cu ajutorul căreia se calculează debitul deversant, se măsoară pe o mină așezată direct în canal sau într-o cameră alăturată comunicând cu canalul, în amonte de creasta deversorului, la o distanță minimă b mai mare sau egală cu $4\ h$. Pentru a se realiza citirea în condițiile cele mai bune, este necesar să se realizeze în canal o scurgere cât mai uniformă și mai liniștită. În acest scop se utilizează grătare de liniștire, dispuse în două sau trei rânduri. În unele cazuri este suficientă liniștirea apei numai cu un grătar de scânduri care plutește la suprafața apei.

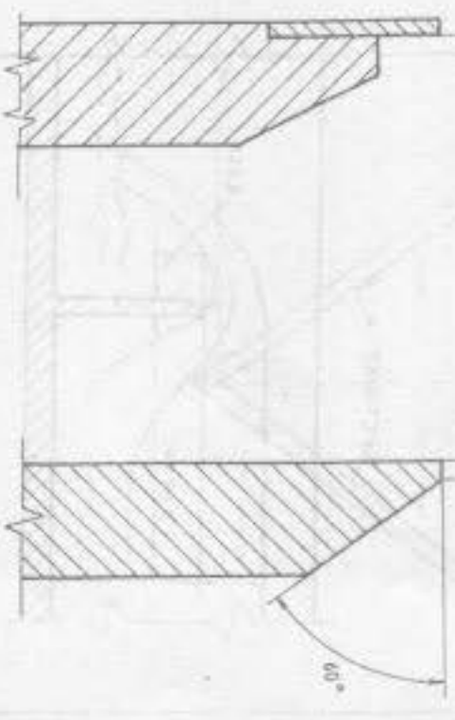


Fig. 14.1. Forme ale crestei deversorului cu perete subțire.

O problemă importantă la determinarea debitelor deversate este, de asemenea, precizarea poziției zero, adică a nivelului crestei deversorului, în raport cu care se stabilește înălțimea lamei deversante h citită pe mira dispusă în amonte.

În cele ce urmează se prezintă formulele de calcul pentru formele cele mai folosite ale deversoarelor cu perete subțire.

Deversorul dreptunghiular. Pentru deversorul dreptunghiular (fig. 14.2) neînecat și fără contracție laterală (când lungimea b a crestei deversorului este egală cu lățimea canalului de acces: $b = B$) se utilizează la calculul debitului deversat următoarele formule:

— formula Bazin:

$$q = \left(0{,}405 + \frac{0{,}003}{h}\right)\left[1 + 0{,}55\frac{h^2}{(h+p)^2}\right] h \cdot \sqrt{2gh}, \qquad (14.1)$$

utilizabilă în limitele 0,1 m ≤ h ≤ 0,6 m;

— formula Rehbock:

$$q = \frac{2}{3}\left(2{,}673 + 0{,}36\frac{h_e}{p}\right) \cdot h_e^{3/2}, \qquad (14.2)$$

utilizabilă pentru $h \leq$ 0,8 m şi unde $h_e = h$ + 0,0011 m.

În aceste formule q reprezintă debitul care trece peste unitatea de lungime a deversorului (debit specific, în m^3/s).

Debitul total se determină prin înmulţirea lui q cu lăţimea deversorului b; h, b şi p au semnificaţia din fig. 14.2 şi se exprimă în m.

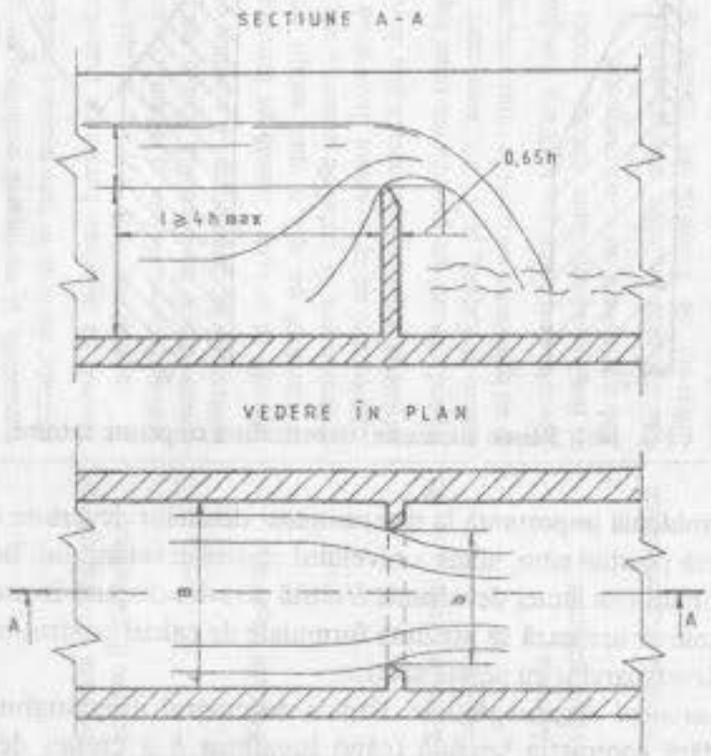


Fig. 14.2. Deversor dreptunghiular.

Pentru a nu perturba curgerea peste deversorul dreptunghiular fără contracţie laterală, este necesar ca spaţiul de sub lama deversorului să comunice cu atmosfera. În caz contrar, se formează sub lamă un vid parţial, datorită căruia lama se apropie de perete (fără a rămâne stabilă) şi provoacă, pentru aceeaşi sarcină h, o creştere a debitului cu câteva procente.

Deversorul triunghiular (fig. 14.3). Acesta este utilizat în cazurile în care debitele care trebuie măsurate au valori relativ mici. Aceasta, deoarece la variaţii relativ reduse ale debitului deversat corespund variaţii sensibile ale înălţimii h a lamei deversante.

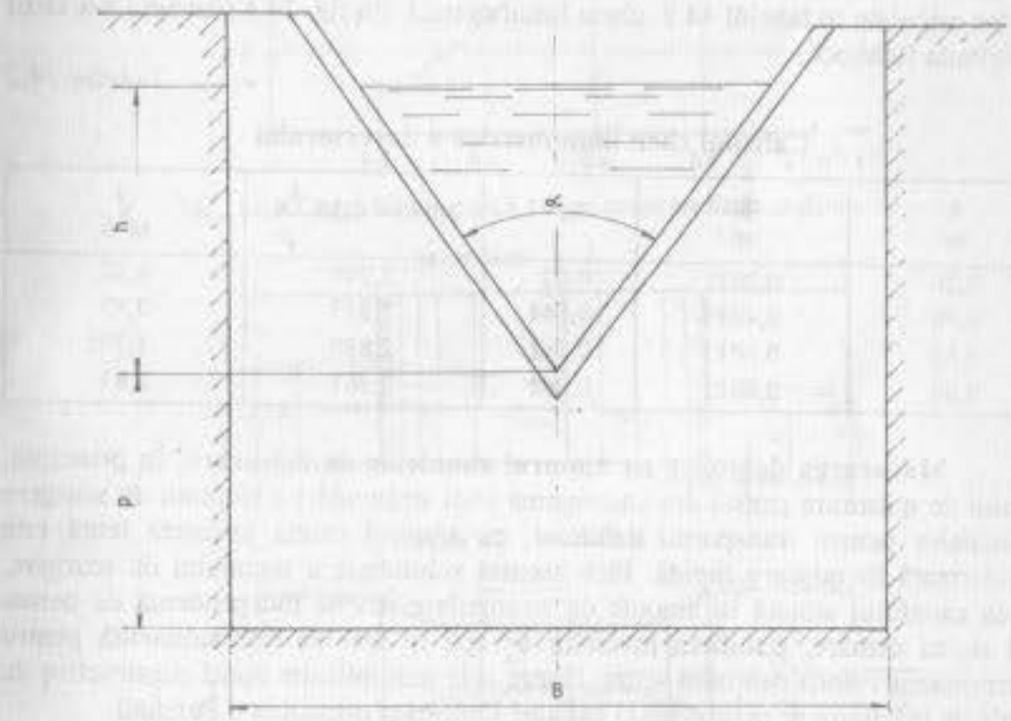


Fig. 14.3. Deversor triunghiular.

Debitul total deversat, în m^3/s, se determină în funcţie de h, exprimat în m, fie prin formula lui Thomson:

$$Q = 1{,}4\, h^{5/2}, \qquad (14.3)$$

valabilă pentru 0,10 m < h < 0,20 m şi $B \geq$ 0,80 m, fie prin formula propusă de Heyndrick:

$$Q = (1{,}3643 + 0{,}01598\, h^{-1{,}25}) \cdot h^{5/2}, \qquad (14.4)$$

valabilă pentru $B > 5\,h$ şi $p < 2\,h$, în care p are semnificaţia din fig. 14.3.

Ambele formule sunt stabilite pentru deversoare triunghiulare având unghiul egal cu 90°.

Deversoarele trapezoidale şi circulare. Acestea se folosesc mai puţin în cadrul instalaţiilor pentru măsurarea debitelor. Şi pentru acestea există determinarea debitului, în funcţie de înălţimea lamei deversante şi de elementele geometrice caracteristice.

În practică, pentru cazurile concrete ale diverselor instalaţii de măsurare a debitelor prin deversoare, se stabileşte cheia limnimetrică a deversorului, respectiv curba de variaţie a debitului deversat, în funcţie de înălţimea lamei deversante. Astfel, având lăţimea $B = 2$ m şi înălţimea deversorului $p = 1$ m, rezultă, conform datelor calculate în tabelul 14.2, cheia limnimetrică din fig. 14.4 (calculul s-a făcut cu formula Rehbock).

Tabelul 14.2

Calculul cheii limnimetrice a deversorului

h m	h_e m	$h_e^{3/2}$	$2{,}673 + 0{,}36\,\frac{h_e}{p}$	Q m³/s
0,20	0,2011	0,09	2,745	0,32
0,40	0,4011	0,544	2,817	0,95
0,60	0,6011	0,712	2,889	1,795
0,80	0,8011	0,862	2,961	2,83

Măsurarea debitelor cu ajutorul canalelor de măsurare. În principiu, canalul de măsurare constă din amenajarea unei strangulări a secţiunii de scurgere a canalelor pentru transportul debitelor, cu ajutorul căreia mişcarea lentă este transformată în mişcare rapidă. Prin această schimbare a regimului de scurgere, partea canalului situată în amonte de strangulare devine independentă de partea aval şi, ca urmare, stabilirea nivelului de apă în amonte este suficientă pentru determinarea valorii debitului scurs. Dintre cele mai utilizate tipuri constructive de canale de măsurare se menţionează canalul Venturi şi dispozitivul Parshall.

Canalul Venturi. Schema acestui mijloc de măsurare a debitelor este dată în fig. 14.5. Secţiunile transversale ale canalului de acces şi evacuare în zona amonte şi respectiv aval a sistemului de măsurare sunt dreptunghiulare, iar fundul canalului este orizontal în porţiunea de acces.

Racordarea părţilor laterale între secţiunea curentă a canalului de lăţime B şi secţiunea strangulată de lăţime b se realizează prin intermediul unor suprafeţe cilindrice. În mod similar se realizează racordarea amonte – aval a fundului canalului.

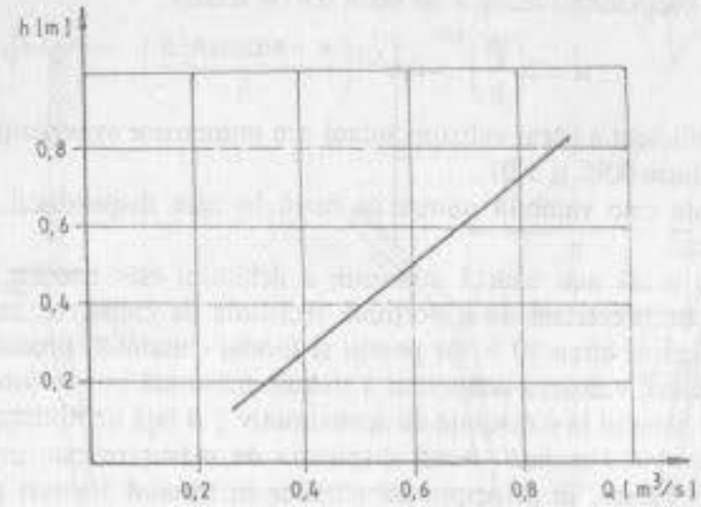


Fig. 14.4. Cheie limnimetrică a unui deversor dreptunghiular.

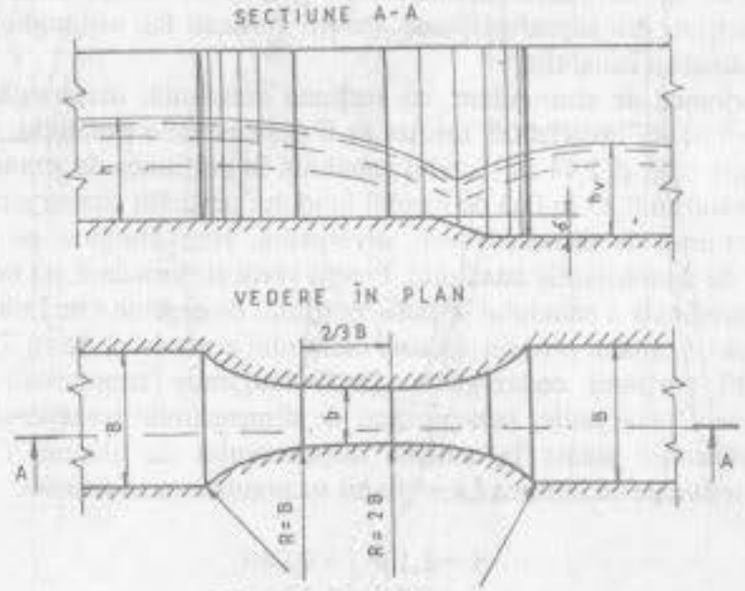


Fig. 14.5. Canal Venturi.

Dacă se notează cu h cota nivelului oglinzii apei în raport cu fundul canalului în amonte de strangulare, valoarea debitului care trece prin dispozitivul de măsurare se determină cu formula:

$$Q = c\,\mu\, b\, h\sqrt{2g\,h}, \tag{14.5}$$

în care: μ este coeficientul teoretic de debit dat de relaţia:

$$\mu = 2\left(\frac{B}{b}\right)^{3/2} \cdot \cos^{3/2}\left(\frac{\pi + \arccos b/B}{3}\right); \tag{14.6}$$

c – coeficient a cărui valoare dedusă din numeroase experienţe este cuprinsă între 0,95 şi 1,01.

Formula este valabilă numai în cazul în care dispozitivul de încărcare lucrează neînecat.

Pentru o cât mai exactă măsurare a debitului este necesar ca porţiunea strangulată să fie precedată de o porţiune rectilinie de canal, cu secţiune dreptunghiulară, lungă de circa 20 b, iar pereţii şi fundul canalului, precum şi ai strangulării să fie netezi; valoarea adâncimii h trebuie măsurată într-o cameră alăturată, comunicând cu canalul la o distanţă de aproximativ 2 B faţă de limita strangulării.

Dispozitivul Parshall. Acest dispozitiv de măsurare este prezentat schematic în fig. 14.6. Este în principiu asemănător cu canalul Venturi şi are o largă utilizare la staţiile de epurare.

Partea de racordare amonte, convergentă, are fundul orizontal şi pereţii verticali, realizaţi din suprafeţe plane. Pereţii verticali fac un unghi de 11°10' cu axa longitudinală a canalului.

Porţiunea de strangulare, cu secţiune constantă, dreptunghiulară, are o lungime de 0,61 m, invariabilă, oricare ar fi dimensiunile canalului, şi lăţimi care pot varia între 0,35 şi 2,44 m. Fundul canalului în porţiunea de strangulare este în pantă, coborând cu 0,23 m faţă de nivelul fundului porţiunii convergente.

Porţiunea de racordare aval, divergentă, are o lungime de 0,914 m, independentă de dimensiunile canalului. Pereţii verticali formează un unghi de 9°28', cu axa longitudinală a canalului. Fundul porţiunii divergente este îmbinat, astfel ca la racordarea cu canalul propriu-zis cota radierului acestuia să fie cu 7,6 cm mai jos decât fundul porţiunii convergente. Deci, lungimile strangulării şi porţiunii divergente sunt invariabile, nedepinzând de dimensiunile transversale ale dispozitivului. Mărimile notate în schema dispozitivului cu literele A, B şi B' se determină în funcţie de lăţimea l a secţiunii strangulate, prin relaţiile:

$$\begin{aligned} A &= 1{,}196\, l + 0{,}049; \\ B &= 0{,}5\, l + 1{,}22; \\ B' &= l + 0{,}305, \end{aligned} \tag{14.7}$$

în care toate dimensiunile sunt exprimate în metri.

Citirea nivelului amonte se face într-o cameră de liniştire, situată la distanţa de 2/3 B de limita strangulării. Deoarece dispozitivul de măsură Parshall

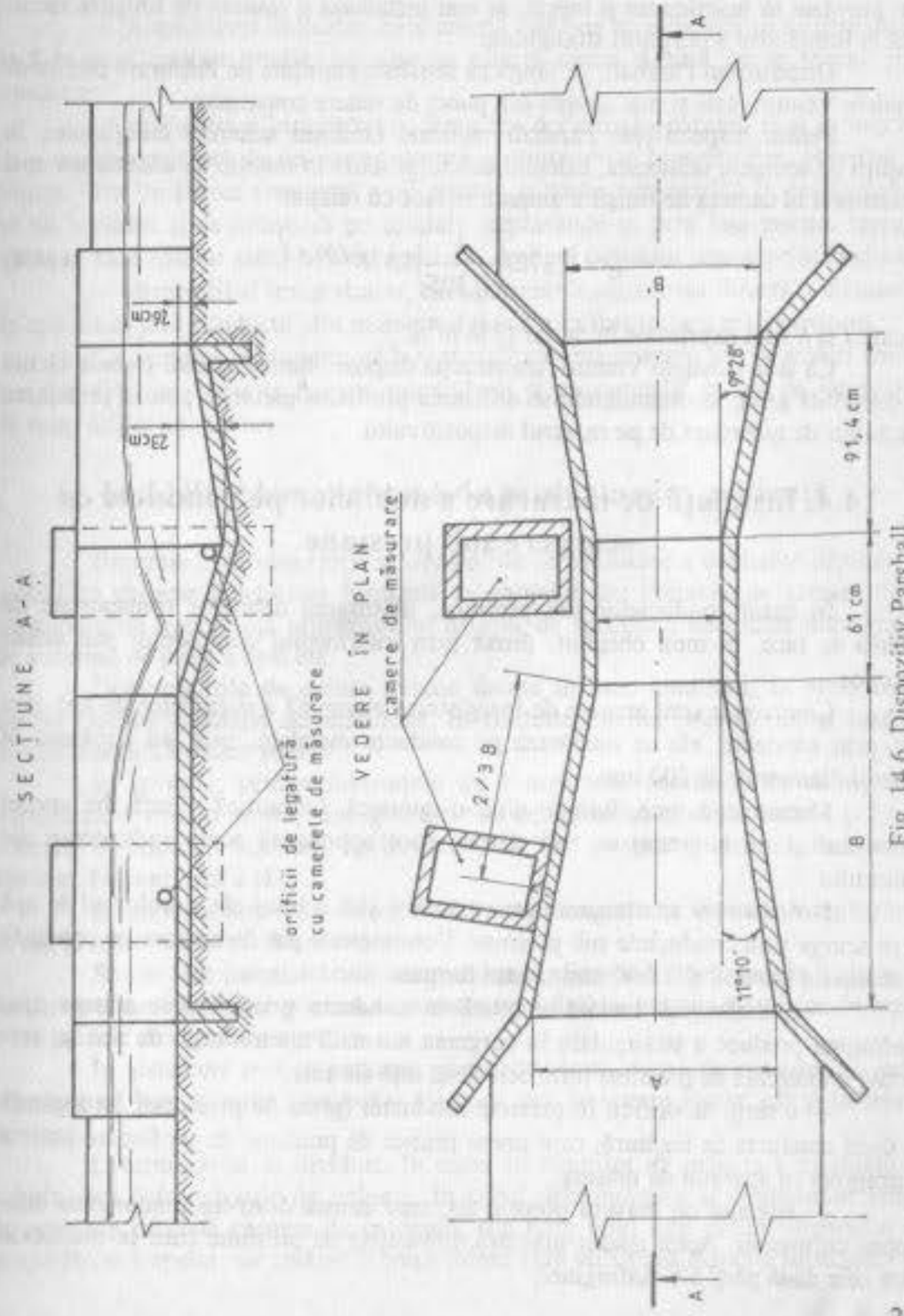


Fig. 14.6. Dispozitiv Parshall.

este prevăzut să funcţioneze şi înecat, se mai instalează o cameră de liniştire racordată la limita aval a porţiunii strangulate.

Dispozitivul Parshall, pe lângă că satisface cerinţele de măsurare oferite de canalele Venturi, este şi mai simplu din punct de vedere constructiv.

Pentru dispozitivele Parshall realizate conform schemei menţionate, în condiţii de scurgere neînecată, calculul debitului scurs în funcţie de adâncimea apei h măsurată în camera de liniştire amonte se face cu relaţia:

$$Q = 0{,}372l\left(\frac{h}{0{,}305}\right)1{,}57l^{0{,}026} \qquad (14.8)$$

în care l şi h sunt exprimate în m, iar Q în m^3/s.

Ca şi la canalele Venturi, construcţia dispozitivului Parshall trebuie făcută cu deosebită grijă, recomandându-se utilizarea profilelor metalice pentru protejarea muchiilor de racordare de pe radierul dispozitivului.

14.4. Instalaţii de măsurare a debitelor pe conducte cu scurgere sub presiune

În cazul conductelor sub presiune, măsurarea debitelor transportate de acestea se face, în mod obişnuit, direct prin intermediul contoarelor sau debitmetrelor.

Contoarele sunt aparate de înregistrare automată a volumelor de apă care trec prin conducte; ele se montează pe conducte metalice, care nu depăşesc în general diametrul de 200 mm.

Mecanismul este format dintr-o morişcă hidraulică fixată în corpul contorului şi un angrenaj de roţi dinţate care acţionează acele indicatoare ale contorului.

Debitmetrele sunt aparate care măsoară atât debitul cât şi volumul de apă ce se scurge prin conductele sub presiune. Debitmetrele pot fi montate pe conducte cu diametre între 50 şi 1 000 mm şi sunt formate din:

— o diafragmă inelară montată în conducta prin care se scurge apa. Diafragma produce o strangulare în curgerea normală a curentului de apă şi, respectiv, o diferenţă de presiune între cele două feţe ale sale;

— o serie de orificii în peretele conductei (prize de presiune), în legătură cu două conducte de legătură, care unesc prizele de presiune de pe fiecare parte a diafragmei cu aparatul de măsură;

— aparatul de măsură propriu-zis, care constă dintr-un manometru diferenţial cu mercur. Acest aparat măsoară diferenţele de presiune care se realizează între cele două părţi ale diafragmei;

— dispozitivul indicator, care constă dintr-un ac indicator ce se deplasează în faţa unui cadran gradat, pe care se citeşte direct debitul ce se scurge prin conducte;

— dispozitivul înregistrator, făcut din doi cilindri paraleli puşi în mişcare cu o viteză constantă de un motor electric şi dintr-un ac înregistrator, prevăzut cu peniţă. Prin învârtirea constantă a cilindrilor, o hârtie milimetrică se desfăşoară de pe un cilindru şi se înfăşoară pe celălalt, deplasându-se prin faţa peniţei înregistratoare, care înscrie astfel în mod continuu graficul debitelor scurse prin conducte;

— dispozitivul înregistrator, care permite înregistrarea directă a volumului de apă scurs prin conductă, din momentul punerii în funcţiune a debitmetrului.

Cu ajutorul debitmetrelor înregistratoare integratoare se pot stabili simultan atât debitele scurse în fiecare moment cât şi consumurile de apă pe intervalele de timp dintre două citiri.

14.5. Probleme tehnice de exploatare şi evidenţă

Programul de observaţii la instalaţiile de măsurare a debitelor depinde de modul de variaţie a debitelor furnizate folosinţelor sau evacuate de acestea, fiind dependent de importanţa utilizatorului de apă, de specificul bazinului hidrografic, de sistemul de plată a apei etc.

Determinările de debite trebuie făcute în mod continuu, la orele fixate pentru fiecare instalaţie de măsurare, în conformitate cu prevederile şi instrucţiunile stabilite în acest sens.

În general, pentru folosinţele cu funcţionare continuă, cu debite care variază relativ puţin în timp, înregistrările de debite se fac zilnic la orele 7 şi 17, în vederea coordonării acestora cu înregistrările de niveluri şi debite efectuate în reţeaua hidrografică a ţării.

În cazul în care debitele prezintă variaţii importante în timp, înregistrările se fac la intervale de două ore sau orar.

Se vor face înregistrări la începutul şi la sfârşitul livrării apei în instalaţiile de captare (sau evacuare) precum şi la toate modificările poziţiei stavilelor de reglaj de la prizele de captare a apei.

În sistemele mai importante, dispozitivele moderne de măsurare a debitelor permit înregistrarea continuă a acestora, atât în sistem grafic, cât şi în sistem numeric.

Determinările de niveluri, în cazul instalaţiilor de măsurare existente pe canale, sau determinările de volume, în cazul debitmetrelor şi contoarelor vor fi înregistrate în două carnete de evidenţă, din care unul este predat organelor de gospodărire a apelor, iar celălalt întreprinderii care utilizează debitele furnizate.

Bibliografie

1. Băloiu, V. *Gospodărirea apelor*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1971.
2. Boemond, R., Vuichard, R. *Parametres de la qualité des eaux*. Paris, 1973.
3. Chiriac, V. *Instalaţii pentru epurarea apelor reziduale*. Editat de Comitetul de Stat al Apelor, Bucureşti, 1966.
4. Chiriac, V., Filotti, A. *Prevenirea şi combaterea inundaţiilor*. Editura Ceres, Bucureşti, 1980.
5. Constantinescu, Gh. *Contribuţii la soluţionarea sistemelor de epurare a apelor uzate cu cantităţi mari de substanţe organice*. Teză de doctorat, I.C.B., Bucureşti, 1981.
6. Creţu, Gh. *Optimizarea sistemelor de gospodărire a apelor*. Editura Facla, Timişoara, 1980.
7. Donald, J. Johnson. *Disinfection Water and Wastewater*. ANN ARBOR SCIENCE U.S.A., 1975.
8. Drobot, R. *Bazele gospodăririi apelor*. I.C.B., Bucureşti, 1983.
9. Ghederim, V. *Contribuţii la tehnologia de deshidratare a nămolurilor provenite din epurarea apelor uzate*. Studii de protecţia şi epurarea apelor, vol. XIV, Bucureşti, 1971.
10. Ghederim, V. *Condiţionarea nămolurilor*. În: Protecţia, tratarea şi epurarea apelor, Editat de Consiliul Naţional al Apelor, Bucureşti, 1975.
11. Gueron, I. *Stabilizarea nămolurilor*. În: Protecţia, tratarea şi epurarea apelor. Editat de Consiliul Naţional al Apelor, Bucureşti, 1975.
12. Hortopan, I., Filotti, A. *Gospodărirea apelor*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1961.
13. Măruţă, Al., Chiriac, V. *Probleme actuale ale apei*. Editura Ceres, Bucureşti, 1981.
14. Murgoci, C. *Contribuţii la optimizarea procesului de epurare biologică a apelor uzate orăşeneşti în bazine cu nămol activ*. Teză de doctorat, I.C.B., Bucureşti, 1987.
15. Negulescu, C.A.L. *Contribuţii la epurarea biologică a apelor uzate de la creşcătoriile industriale de porci*. Studii de epurare a apelor, vol. XVIII, Bucureşti, 1978.
16. Negulescu, M. *Epurarea apelor uzate industriale*. Editura Tehnică, Bucureşti, 1969.
17. Negulescu, M., Secară, E. *Exploatarea staţiilor de epurare*. Editura Tehnică, Bucureşti, 1976.
18. Negulescu, M. *Epurarea apelor uzate orăşeneşti*. Editura Tehnică, Bucureşti, 1974.
19. Negulescu, M. *Epurarea apelor uzate industriale*. Editura Tehnică, Bucureşti, 1987.
20. Ognean, T., Vaicum, L.M. *Modelarea proceselor de epurare biologică*. Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, 1987.
21. Popescu, V. *Epurareo avansată*. În: Protecţia, tratarea şi epurarea apelor, Editat de Consiliul Naţional al Apelor, Bucureşti, 1975.
22. Ştefănescu, L. *Stabilirea de corelaţii între caracteristicile de sedimentare ale nămolului activ şi condiţiile de exploatare a instalaţiilor de epurare cu referire la umflarea nămolurilor*. Studii de epurare a apelor, vol. XX, Bucureşti, 1980.
23. Teodoreanu, I., Filotti, A. şi colab. *Gospodărirea apelor*. Editura Ceres, Bucureşti, 1973.

24. U.N. Economic Commision for Europe. *Protection of Water Resources and Aquatic Ecosystems*. New York, 1993.
25. Vaicum L.M. *Epurarea apelor uzate cu nămol activ*. Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, 1981.
26. *** *Îndrumar tehnic pentru măsurarea debitelor de apă*. C.N.A., 1981.
27. *** *Operation of wastwwater treatment plants*. WPCF, Washington 16 DC, 1961.
28. *** STAS 4162-80. Canalizări. Decantoare. Prescripţii generale de proiectare.
29. *** STAS 11566-82. Canalizări. Bazine de aerare cu nămol activ.
30. *** STAS 4162/2-82. Canalizări. Decantoare secundare.
31. *** STAS 4706-88. Ape de suprafaţă. Categorii şi condiţii tehnice de calitate.
32. *** Buletin de informare şi documentare, I.S.L.G.C., 1987.
33. *** Catalog de utilaje şi echipamente pentru apă – canal, I.S.L.G.C., 1985.
34. *** Colecţia „Buletin Informativ de Gospodărire Comunală şi Locativă" – APPLGL, Bucureşti, 1990–1996.
35. *** Colecţia „ROMAQUA" CNPDAR, Bucureşti, 1995–1997.
36. *** Colecţia revistei „Mediul înconjurător", I.C.I.M., Bucureşti, 1990–1994.
37. *** Colecţia revistei „Hidrotehnica", C.N.A. – R.A. Apele Române, Bucureşti, 1980–1994.
38. *** Normativ pentru proiectarea tehnologică a staţiilor de epurare orăşeneşti P. 28–64.
39. *** STAS 11565-82. Platforme pentru uscarea nămolului fermentat din staţiile de epurare orăşeneşti.
40. *** STAS 12278-84. Bazine de fermentare a nămolurilor la staţiile de epurare ale centrelor populate.
41. *** STAS 10859-84. Staţii de epurare a apelor uzate provenite de la centrele populate – studii şi cercetări pentru proiectare.
42. *** STAS E 12264-84. Separatoare de grăsimi la staţiile de epurare orăşeneşti. Prescripţii generale de proiectare.

ANEXE

Anexa 1

Extras din Decretul 414/1970

Valorile limită admisibile ale principalelor substanțe poluante sau indicatorilor de încărcare din apele uzate înainte de evacuarea acestora în cursurile de apă*

Nr. Crt.	Substanța poluantă sau indicatorul de încărcare	U/M	Valorile limită admisibile în funcție de gradul de diluție care se realizează		
			Grad de diluție**		
			1	50	100***
1	2	3	4	5	6
1	Materii în suspensie	mg/dm³	25	100	200
2	Consum biochimic de oxigen (CBO_5)	mg/dm³	15	60	100
3	Hidrogen sulfurat și sulfuri (H_2S)	mg/dm³	0,1	1	2
4	Cianuri (CN)	mg/dm³	0,1	1	2
5	Fier total ionic	mg/dm³	2	5	8
6	Mercur (Hg)	mg/dm³	0,01	0,01	0,01
7	Cadmiu (Cd)	mg/dm³	0,1	0,1	0,1
8	Plumb (Pb)	mg/dm³	0,2	0,2	0,2
9	Zinc (Zn)	mg/dm³	0,1	0,5	1

Anexa 1 (continuare)

1	2	3	4	5	6
10	Detergenți anionici biodegradabili	mg/dm³	0,5	15	30
11	Fenoli antrenabili cu valori de apă	mg/dm³	0,02	0,3	0,5-
12	Concentrația ionilor de hidrogen (*p*H)	unități *p*H	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5

* Valorile limită ale principalelor substanțe poluante nu se referă la evacuarea apelor uzate în subteran, în lacuri naturale sau de acumulare ori în Marea Neagră.

** Gradul de diluție reprezintă raportul dintre debitul mediu lunar și minim anual, cu asigurarea de 95% a cursului de apă receptor, 100% debitul total de ape uzate evacuat. Debitul mediu lunar și minim anual, cu asigurarea de 93% a cursului de apă receptor, se stabilește de către organul de gospodărire a apelor competent, potrivit legii, să emită acorduri, după caz, pentru evacuarea apelor uzate. Pentru unitățile care descarcă ape uzate prin mai multe guri de evacuare, gradul de diluție se determină corespunzător debitului total evacuat.

Valorile limită admisibile ale substanțelor poluante, corespunzătoare gradelor de diluție diferite de cele indicate în anexa nr. 1, se stabilesc prin interpolare.

*** Valorile limită admisibile ale substanțelor poluante, corespunzătoare gradelor de diluție cuprinse între 50 și 100% implică obligatoriu ca evacuarea apelor uzate în cursurile de apă receptoare să se realizeze prin instalații speciale de difuzie-amestec. În caz contrar, se respectă limita înscrisă pentru gradul de diluție 50.

Instalațiile de difuzie-amestec pot fi impuse de organele de gospodărire a apelor competente și la grade de diluție sub 50, de la caz la caz, pentru protecția unor captări de apă amplasate în aval de punctul de evacuare.

Anexa 2
Extras din Normativul C.90–83

Tabelul I

Condiții de calitate a apelor uzate pentru protejarea rețelei de canalizare și a personalului de exploatare a acesteia

Indicatorul normat	U/M	Limita admisă	Metoda de analiză
Temperatura	°C	maximum 40*	—
*p*H	—	6,5 – 9,0	STAS 8619/3-81(sau cu hârtie indicatoare)
Cianuri (CN^-)	mg/dm^3	maximum 1,0	STAS 7685–79
Clor liber (Cl_2)	mg/dm^3	maximum 1,0*	
Hidrogen sulfurat și sulfuri	mg/dm^3	maximum 1,0*	STAS 7510–66
Substanțe extractibile cu eter de petrol	mg/dm^3	maximum 30	STAS 7587–66
Indicatori pentru protecția betoanelor împotriva agresivității apelor		conform STAS 3349–79	

* *Observație:* În cazurile în care pe colectorul rețelei de canalizare a centrului populat, în punctul de racord al folosinței, curge în permanență un debit care asigură diluarea corespunzătoare a apelor uzate evacuate de aceasta, întreprinderile care au în exploatare rețeaua de canalizare a centrului populat vor putea stabili, de la caz la caz, condiții de descărcare care să țină seama de diluția realizată. În aceste cazuri, folosințele care se racordează la rețeaua de canalizare a centrului populat sunt obligate să amenajeze căminul de racord corespunzător cu necesitățile de protejare a construcției și cu cele de respectare a condițiilor de salubritate și igienă în spațiul înconjurător.

Anexa 2 (continuare)

Tabelul II

Condiții de calitate a apelor uzate pentru asigurarea funcționării normale a proceselor de epurare

Indicatorul normat	Concentrația maximă admisă mg/dm^3	Metoda de analiză
Materii în suspensie	300	STAS 6953–81
Consumul biochimic de oxigen (CBO_5, $mg\ O_2/dm^3$) sau	300	STAS 6560–82
Consum chimic de oxigen (CCO–Cr, $mg\ O_2/dm^3$)	500	STAS 6954–82
Substanțe fenolice (fenoli antrenabili cu vapori de apă)	30	STAS 7167–65
Detergenți sintetici anionactivi biodegradabili (substanță activă)	30	STAS 7576–66
Crom total (Cr)	1,0	STAS 7884–67
Cupru (Cu)	1,0	STAS 7795–80
Cadmiu (Cd)	1,0	STAS 7852–80
Nichel (Ni)	1,0	STAS 7987–67
Zinc* (Zn)	1,0	STAS 8314–69
Plumb (Pb)	1,0	STAS 8637–79

* *Observație:* În cazul în care în apa de alimentare din rețeaua publică de distribuție cantitatea de zinc este mai mare de 1 mg/dm^3, se admite și în apa uzată aceeași cantitate.

Anexa 3
Extras din HG 138/1994

Art. 3.– Constituie contravenţii în domeniul apelor următoarele fapte, dacă nu sunt săvârşite în astfel de condiţii încât, potrivit legii penale, sunt considerate infracţiuni:

1. executarea sau punerea în funcţiune de lucrări, construcţii şi instalaţii care au legătură cu apele, precum şi modificarea sau extinderea acestora, fără acordul sau autorizaţia organului competent de gospodărire a apelor ori cu nerespectarea prevederilor acordului sau autorizaţiei;

2. exploatarea sau întreţinerea lucrărilor şi instalaţiilor care au legătură cu apele, fără autorizaţia organului competent de gospodărire a apelor ori cu nerespectarea prevederilor autorizaţiei;

3. folosirea apelor de suprafaţă sau subterane, cu excepţia apelor minerale şi termale, în diferite scopuri, fără acordul sau autorizaţia organului competent de gospodărire a apelor ori cu nerespectarea prevederilor acordului sau autorizaţiei, cu excepţia satisfacerii necesităţilor gospodăriei proprii;

4. evacuarea de ape uzate, precum şi descărcarea de reziduuri şi orice alte materiale în ape de suprafaţă, subterane şi în mare, fără acordul sau autorizaţia organului competent de gospodărire a apelor ori cu nerespectarea prevederilor acordului sau autorizaţiei;

5. nerespectarea, de către persoanele fizice şi juridice, a reglementărilor legale în vigoare, în cazurile de poluare a apelor naţionale navigabile de către nave sau instalaţii plutitoare, de peste 150 CP, sub orice pavilion;

6. neanunţarea organului competent de gospodărire a apelor cu privire la avariile care au produs pagube materiale prin poluări accidentale, de către agenţii economici poluanţi, precum şi neluarea de măsuri operative pentru înlăturarea cauzelor şi efectelor acestora;

7. neaducerea la îndeplinire a măsurilor dispuse anterior de organele de control, la termenele stabilite, de comun acord cu agenţii economici, precum şi a solicitărilor legale ale organului competent de gospodărire a apelor;

8. nerespectarea obligaţiei agenţilor economici de a solicita autorizaţia organului competent de gospodărire a apelor, la termenele stabilite de comun acord cu aceştia, cu ocazia efectuării controlului;

9. lipsa planurilor de apărare împotriva inundaţiilor, fenomenelor meteorologice periculoase şi accidentelor la construcţii hidrotehnice la nivel de obiectiv, precum şi nerespectarea acestora şi a planurilor locale de apărare;

10. nerespectarea, de către persoanele fizice şi juridice, a regimului impus de organul competent de gospodărire a apelor, în zonele de protecţie a apelor;

11. refuzul persoanelor fizice şi juridice de a prezenta organelor abilitate acordurile, autorizaţiile sau orice alte documente necesare pentru efectuarea controlului, inclusiv de a participa la control cu reprezentanţi de specialitate;

12. refuzul de a permite organelor de control accesul la ape, pe terenurile şi în incintele utilizatorilor de apă sau deţinătorilor de lucrări, precum şi în orice alt loc unde este necesar a efectua constatări, a preleva probe de apă sau a interveni în aplicarea prevederilor legale;

13. neorganizarea măsurării debitelor captate şi a debitelor evacuate prin instalaţii corespunzătoare, echipate cu aparatură de măsură, precum şi neefectuarea operaţiunilor metrologice, în conformitate cu prevederile legale;

14. deversarea apelor uzate în reţele de canalizare ale localităţilor sau ale obiectivelor industriale, cu nerespectarea condiţiilor stabilite de organele de exploatare a reţelelor respective sau fără aprobarea acestor organe;

15. folosirea de canale deschise în afara incintelor staţiilor de epurare, pentru scurgerea apelor fecaloide sau a apelor toxice industriale, fără aprobarea organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acesteia;

16. folosirea, transportul, manipularea şi depozitarea de reziduuri sau substanţe chimice, fără asigurarea condiţiilor de evitare a poluării, directă sau indirectă, a apelor de suprafaţă sau subterane;

17. spălarea mijloacelor de transport, a obiectelor sau a instalaţiilor de orice fel, în apa râurilor, lacurilor naturale şi artificiale;

18. depozitarea în albii sau pe malurile cursurilor de apă, canalelor, lacurilor, bălţilor, pe plaja şi pe faleza mării, pe baraje şi diguri sau pe zonele de protecţie a acestora, a materialelor de orice fel care modifică regimul de curgere a apelor;

19. neîntreţinerea corespunzătoare a malurilor sau albiilor în zonele stabilite de organul competent de gospodărire a apelor, de către cei cărora li s-a recunoscut un drept de folosire a apei sau de către deţinătorii de lucrări;

20. plantarea, tăierea ori distrugerea arborilor, pomilor, tufelor, semănăturilor perene şi puieţilor, păşunatul şi cositul în albiile cursurilor de apă, în cuvetele acumulărilor şi pe malurile lor sau pe baraje, diguri şi în zonele de protecţie a acestora, precum şi plantarea de stâlpi pe baraje şi diguri, fără aprobarea organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acesteia;

21. exploatarea carierelor de piatră sau extragerea pietrişului, nisipului sau a altor materiale din albiile sau malurile cursurilor de apă, canalelor, lacurilor, de pe plaja sau de pe faleza mării, fără aprobarea organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acesteia;

22. dislocarea sau deteriorarea repercelor, mirelor hidrometrice sau a altor însemne tehnice sau topografice, aşezate în albiile sau pe malurile cursurilor de apă, canalelor, lacurilor, bălţilor, pe plaja şi pe faleza mării, precum şi în zona barajelor, forajelor hidrogeologice şi a altor lucrări hidrotehnice;

23. construirea de poduri şi instalarea de conducte, linii aeriene prin, peste sau sub albiile râurilor şi lucrări, construcţii şi instalaţii care au legătură cu apele, ori în zonele de protecţie a acestora, fără acordul organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acestuia;

24. dislocarea, deteriorarea şi manevrarea de către persoane neautorizate a stăvilarelor, grătarelor, vanelor, barierelor, a altor construcţii şi instalaţii hidrotehnice, hidrometrice şi pluviometrice;

25. nerespectarea, de către persoanele fizice şi juridice, a restricţiilor în folosirea apelor şi a altor măsuri stabilite de organul competent de gospodărire a apelor, în perioadele de secetă sau de ape mari;

26. efectuarea de arături, săpături, gropi sau şanţuri, pe maluri şi în albiile cursurilor de apă sau canalelor, precum şi în baraje, diguri sau în zonele de protecţie a acestor lucrări, fără aprobarea organului competent de gospodărire a apelor sau cu nerespectarea prevederilor acesteia;

27. circulaţia cu vehicule, trecerea cu animale sau staţionarea acestora pe baraje, diguri sau canale, cu excepţia locurilor anume destinate în acest scop sau în caz de intervenţii operative, autorizate de organele competente de gospodărire a apelor.